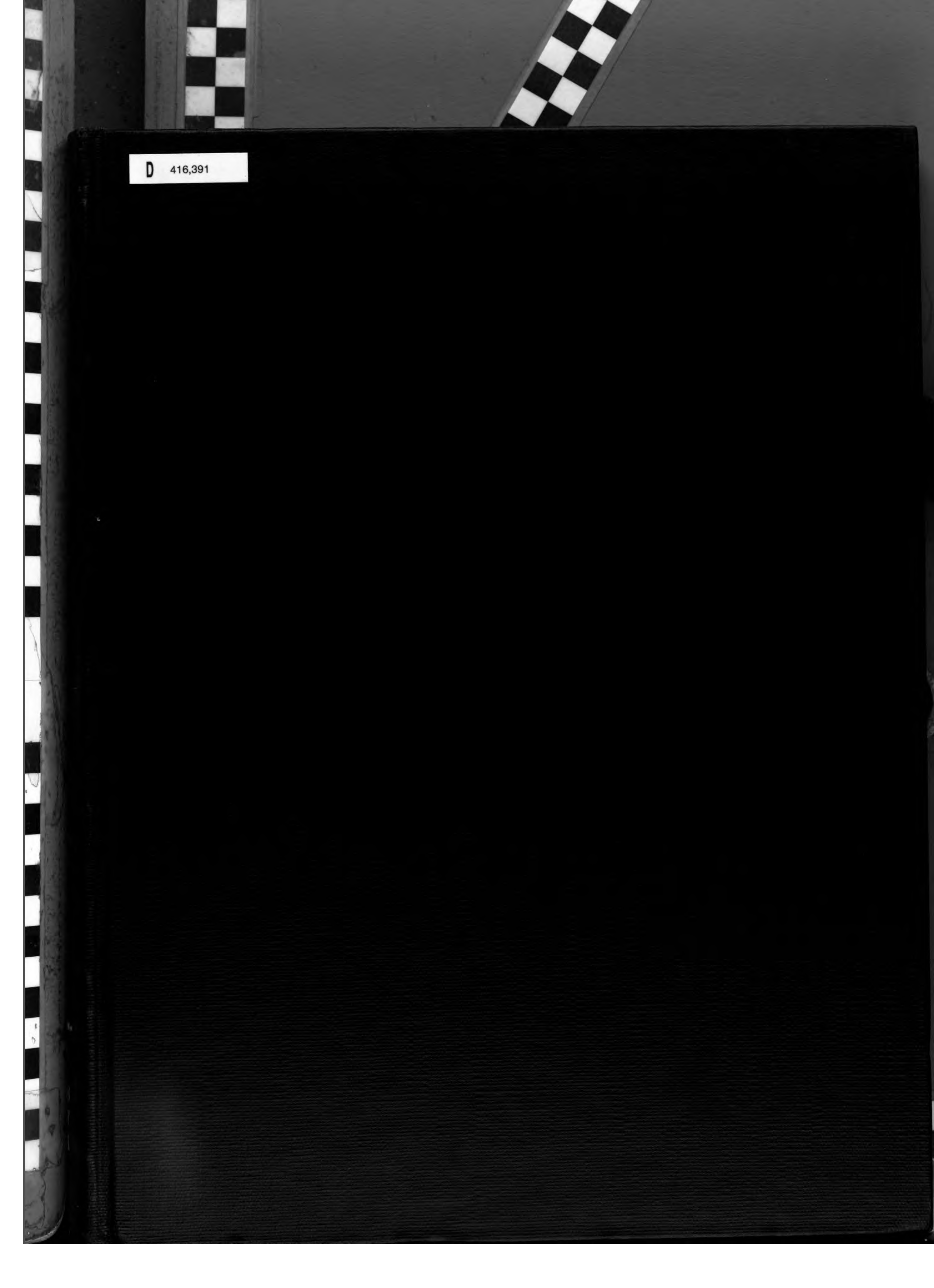
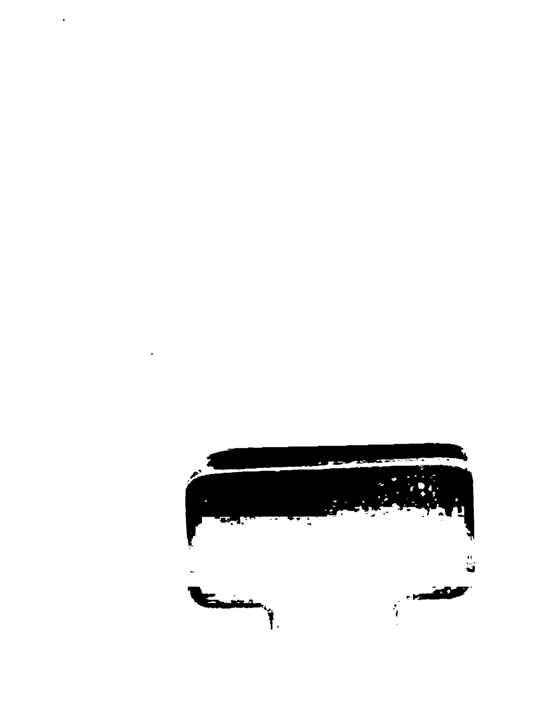
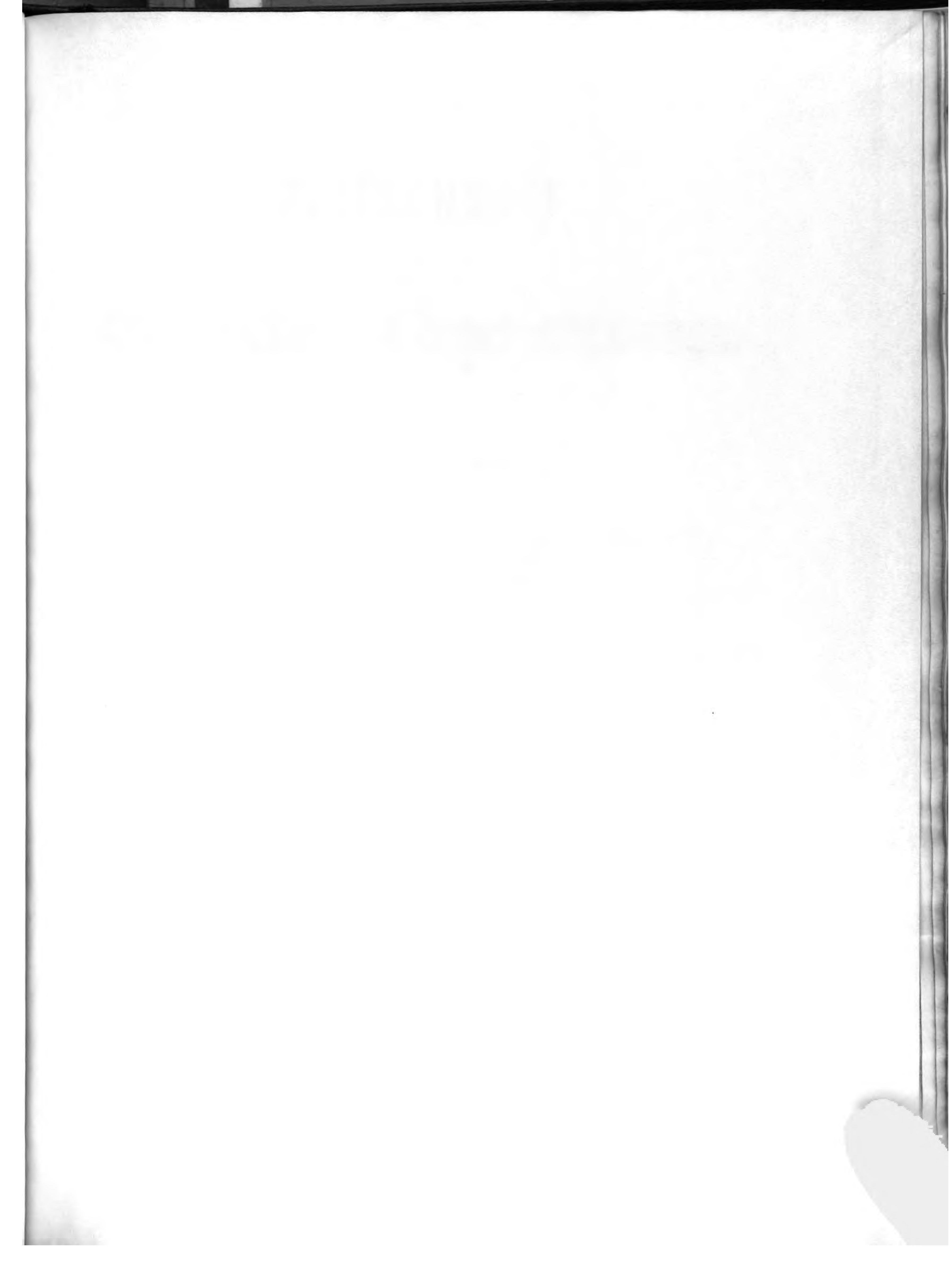
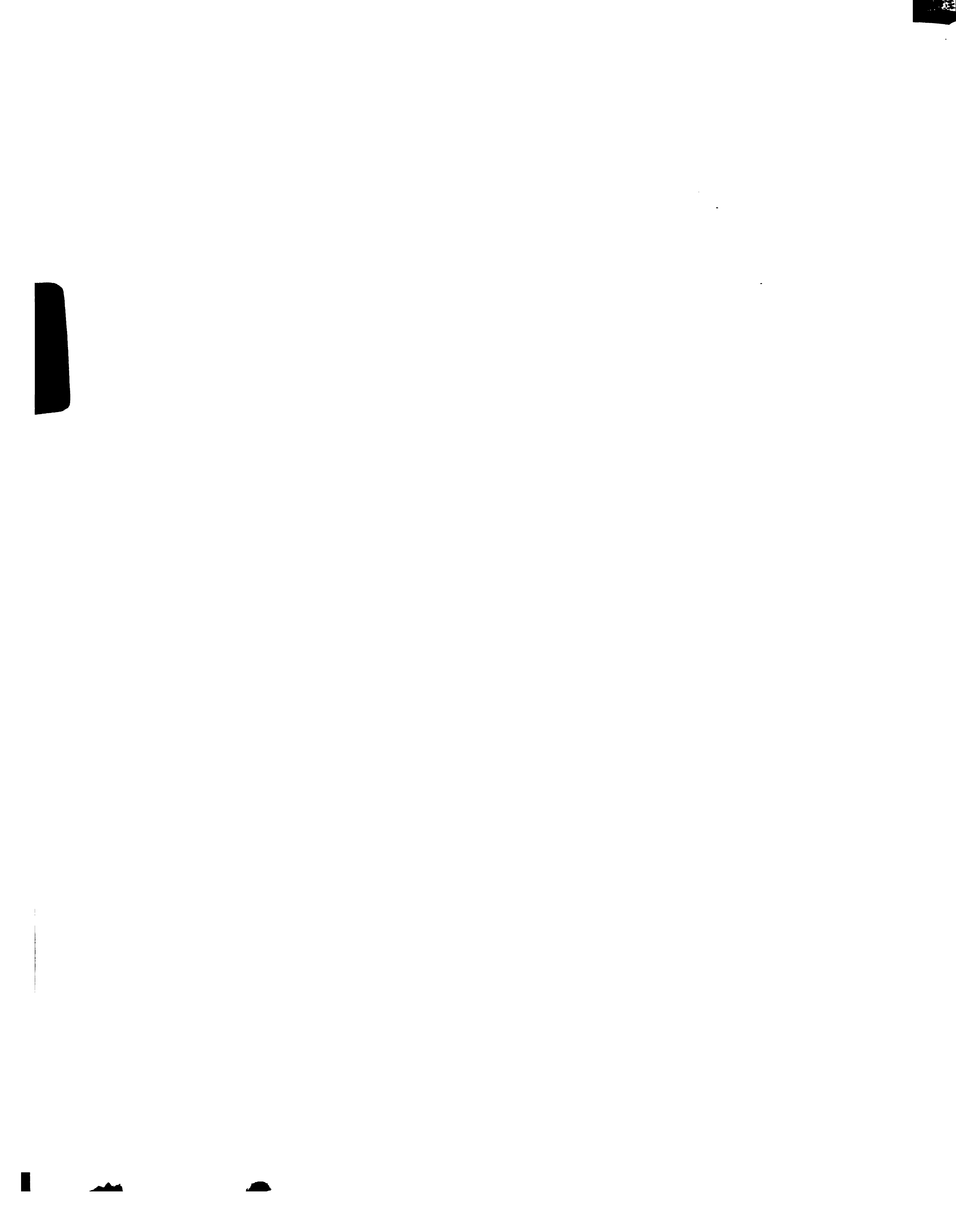












ZEITSCHRIFT

für

Architektur und Ingenieurwesen.

HERAUSGEGEBEN

von dem

Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.

Schriftleiter: Geheimer Baurat, Professor **W. Schleyer.**

Jahrgang 1911.

(Band L[illegible] and XVI.)

1911.

Inhalt des siebenundfünfzigsten Bandes,

des sechszehnten Bandes der neuen Folge.

Bauwissenschaftliche Abhandlungen.

Hochbau, Aesthetik.

Städtebau. Straßenbau.

Wasserbau. Ausnutzung der Wasserkräfte.

Theoretische Untersuchungen.

Kleine Mitteilungen.

Angelegenheiten des Vereins.

Zeitschriftenschau.

Bücherschau.

Alphabetische Inhaltsangabe.

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben
von dem Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.

Schriftleiter: Professor **W. Schleyer,** Geheimer Baurat.

Jahrgang 1911. Heft 1. (Band LVII; Band XVI der neuen Folge.)

Erscheint jährlich in 6 Heften. Jahrespreis 22,60 Mark.

Bauwissenschaftliche Mitteilungen.

Ueber neuere Kirchenbauten.

Eine Studie von Rhenanus.

Auf dem Gebiete des Kirchenbaus hatte schon um die Mitte des vorigen Jahrhunderts im westlichen Deutschland eine starke Bewegung zu Neuschöpfungen eingesetzt, zum Teil veranlaßt und gefördert durch die Wiederaufnahme der Arbeiten am Kölner Dom, die unter Anregung des Königs Friedrich Wilhelm IV. mit allgemeiner Begeisterung begrüßt worden war. In der Folge bewegten sich denn auch die neuen Kirchenbauten vorwiegend in den Stilformen des Domes, den gotischen, wie sie von den zum Teil in seinen Werkstätten ausgebildeten Architekten: Schmid, Statz, Ungewitter, Hase und andern gepflegt worden sind.

In den letzten Dezennien des verflossenen Jahrhunderts, nachdem mit der Gründung des neuen Deutschen Reichs die altgermanischen Erinnerungen stark aufgelebt waren, neigte sich, ebenfalls unter Förderung des Königs, die Vorliebe derjenigen Bauweise zu, die während des frühern Mittelalters insbesondere im Westen Deutschlands die größte Ausbildung und Verbreitung gefunden hatte, dem romanischen Stil.

In der heutigen Zeit hat nun die Bautätigkeit auf kirchlichem Gebiete eine außerordentliche Ausdehnung angenommen, zunächst hervorgerufen durch das Bedürfnis an Kirchenraum infolge des Anwachsens der Bevölkerung, die in den letzten 60 Jahren auf das Doppelte gestiegen ist und in den westlichen Provinzen noch stärker zugenommen hat; dann aber auch begünstigt durch die allgemeine Hebung des Volksvermögens, aus dem die Bereitstellung der Geldmittel zu Kultuszwecken reichlicher erfolgen kann. Ein statistischer Nachweis über die Kirchenvermehrung würde ähnliche Zahlen ergeben, wie über die Bevölkerungszunahme, und auf einer Wanderung durch die Rheingegenden liefern Stadt- und Dorfbilder den deutlichsten Beweis dafür, wie stark in den letzten 30 Jahren die Erweiterung alter und die Ausführung neuer Kirchen zugenommen hat.

Fragen wir nun, ob mit dieser regen Bautätigkeit und dem großen Aufwand an Geldmitteln auch eine stilistische Durchbildung der Bauformen und eine kunstgerechte Ausstattung des Innern in Schmuck und Bild entsprechende Fortbildung erkennen läßt, so kann darauf eine befriedigende Antwort leider nicht gegeben werden.

Sehr viele dieser Kirchenbauten bewegen sich ohne besonderes Verständnis im Rahmen der alten romanischen und gotischen Bauweisen, die unter andern von den heutigen abweichenden Verhältnissen und Bedürfnissen entstanden sind und ausgebildet wurden; auch diejenigen Ausführungen, bei denen zu erkennen ist, daß der Architekt die Formen des Baustils beherrscht und geschickt darstellt, zeigen vorwiegend den Charakter der Nachahmung ohne schöpferische Weiterbildung.

Dieser Mangel an tieferm Verständnis für die Kirchenbaukunst und ihre Anforderungen an die Neuzeit bei Architekten und Bauherren hat sich ebenfalls sehr bemerkbar gemacht bei der Instandsetzung, Ergänzung und Erweiterung alter Kirchen, bei denen allerdings die Anforderungen an das Kunstverständnis nicht selten größer sind als bei Neubauten. Die Klagen über Mißhandlung dieser alten Baudenkmäler durch die „Puristen" und durch eigenwillige Bauherren ertönen schon seit vielen Jahren, ohne daß eine durchgreifende Abhilfe zu bemerken wäre. In der heutigen Zeit, in der auf allen Gebieten des Lebens, insbesondere durch die Technik Erfindungen und Fortschritte gemacht worden sind, wie sie die vorhergehenden Jahrtausende nicht gekannt haben, ist die Menschheit von einem blinden Eifer und ruhelosen Hasten nach Neuem erfaßt; das Alte wird als minderwertig zur Seite geschoben, und so soll auch in der Baukunst ein neuer Stil erfunden werden. Als erstes Ergebnis dieser Bewegung zeigte sich auf dem Gebiete der Profanarchitektur der sogenannte Jugendstil, dessen erste Bestrebungen aber weniger von einem echten Kunstgedanken getragen wurden, als von dem Streben, etwas Neues, noch nicht Dagewesenes, im Aeußern Aufsehenerregendes zu schaffen, ohne für die sachgemäße, dem Wohnbedürfnis entsprechende Durchbildung der Grundrisse etwas Mustergültiges zu bringen. Der Jugendstil ist die größte Verirrung, die in der Entwicklung der Architektur vorgekommen, Vorgänge, die ihm zum Ausgang dienen könnten, sind nicht vorhanden. Ein Gutes hat er allerdings zuwege gebracht, nämlich den Erfolg, daß mit der aus der Berliner Schule stammenden antikisierenden, durch peinliche Symmetrie eingeengten Bauformen und auch mit den gotisierenden Ornamenten in Stuck und Gips gebrochen wurde.

In der neuern Zeit sind die schlimmsten Auswüchse dieses Jugendstils stark abgeschwächt worden, nachdem man ruhiger geworden und darauf zurückgekommen ist, von innen nach außen zu bauen, das heißt zunächst einen klaren, den praktischen Wohnzwecken entsprechenden Grundriß aufzustellen, hiernach die Umfassungswände aufzuführen, an den dem Bedürfnis entsprechenden Stellen Tür- und Fensteröffnungen vorzusehen, sowie eine Ueberdachung der Gebäude anzuordnen, die unter Vermeidung häufiger Durchbrechungen Wind und Wetter keine überflüssigen Angriffspunkte bietet. Auch ist man bestrebt, das äußere Ansehen des Bauwerks nicht mehr in aufgeklebten Verzierungen und grellen Farbmotiven zu suchen, sondern in einer gefälligen harmonischen Gruppierung der Gebäudeteile. Mit einem Worte: der gute Kern der neuen Bewegung wird sich durchringen und Besseres zutage fördern, wenn man an dem Bestreben festhält, im Bauen „wahr und klar“ zu bleiben.

Auf dem Gebiete des Kirchenbaues sind Versuche nach einem neuen Stil ebenfalls gemacht worden, namentlich haben die protestantischen Theologen schon seit Jahrzehnten auf ihren Kirchenkonferenzen sich bemüht, in Gemeinschaft mit den Architekten die für die verschiedenen Bekenntnisse maßgebende innere Anordnung des Gotteshauses festzustellen und Gesichtspunkte für die Gesamtausführung zu vereinbaren, die dem Architekten für seine Entwürfe geeignete Anhaltspunkte geben sollen. Diese Beratungen wurden auch deshalb für notwendig erachtet, weil die Bedürfnisse des protestantischen Kultus wesentlich andre geworden als in der katholischen Kirche, es müsse deshalb auch sowohl für Anordnung und Aufbau, wie namentlich für die Ausstattung der protestantischen Kirche nach neuen Formen mit einem neuen Stil gesucht werden.

In derselben Zeit ist für eine große Anzahl von kleinern Landkirchen katholischen und protestantischen Bekenntnisses eine systematische Behandlung des Grundrisses und der Bauformen dadurch angebahnt worden, daß der Staat als alleiniger Bauherr oder als Patronatsherr die Geldmittel für den Kirchenbau zu bewilligen und dementsprechend Entwurf und Ausführung zu bewirken hatte. Dies ist vorwiegend auf den königlichen Domänen in den östlichen Provinzen der Fall und erst recht im Gebiete der Ansiedelungskommission der Provinz Posen, die bis zum Jahre 1903 schon 27 neue Kirchen für die Ansiedler ausgeführt hatte. Der unmittelbare Einfluß der Staatsbauverwaltung auf die Entwicklung des Kirchenbaues ist im vorigen Jahrhundert für die künstlerische Gestaltung eine günstige nicht gewesen, wie aus der um diese Zeit erschienenen „Sammlung von Kirchen- und Schulbauten“ zu ersehen ist. Ihre Entwürfe zeigen in Grundriß und Aufbau die Nüchternheit einer schematischen Herstellung, bei der von einer künstlerischen Durchbildung kaum die Rede sein kann.

Dies ist nun anders geworden, nachdem man in der Architektur mit den antikisierenden Formen und der übermäßigen Betonung der Symmetrie aus der Schinkelschen Schule gebrochen und sich einer freiern Auffassung zugewendet hat. Die Folge ist gewesen, daß die Leistungen der heute in der Staatsbauverwaltung tätigen Hochbautechniker sowohl in der profanen wie in der kirchlichen Architektur jenen der Privatarchitekten gleichwertig zur Seite gestellt werden können. Dabei ist nicht zu verkennen, daß die Bestrebungen der Denkmalpflege und des Heimatschutzes auf die Entwicklung des Kirchenbaues sehr günstig eingewirkt haben, indem durch die Ergebnisse dieser Tätigkeit die Wertschätzung des Alten und das Verständnis für die schlichte Bauweise der alten kleinen Gotteshäuser auf dem Lande dem Architekten nähergebracht worden ist. Man hat erkannt, daß diese Bauten mit ihrer vielfach malerischen und stimmungsvollen Umgebung das Empfinden des Volkscharakters widerspiegeln, aus demselben herausgewachsen sind und deshalb den besten Anhalt dafür bieten, wie diesem Empfinden auch bei Neubauten Rechnung zu tragen ist. Gleichzeitig ist denn auch durch Anordnung der Zentralinstanz dafür Sorge getragen worden, daß für jeden, auch den kleinsten Um-, Neu- oder Erweiterungsbau gründliche Vorarbeiten gemacht werden, die eine dem Bedürfnis entsprechende Lösung sicherstellen.

Durch gemeinsamen Erlaß des Ministers der öffentlichen Arbeiten und des Kultusministers vom 3. März 1903 wird angeordnet, daß bei Anträgen auf Erweiterungsbauten alter Kirchen oder deren Ersatz durch Neubauten genaue Lagepläne der ganzen Umgebung angefertigt werden, aus denen auch Stellung und Wirkung zur Stadt- oder Dorflage zu ersehen ist. Die Umgebung des Bauwerks ist durch photographische Aufnahmen zu erläutern, ferner sind Aufnahmen der Innenansichten und der Ausstattungsstücke zu machen und gleichzeitig durch eingehenden Bericht zu erläutern, welche Teile der alten Kirche sich zur Wiederverwendung eignen für die Erweiterung oder für den Neubau. All diese Unterlagen sollen dazu dienen, dem Architekten Anhaltspunkte zu geben, damit er im Sinne des Alten das Neue sachgemäß gestalten kann.

Nach diesen Weisungen in Verbindung mit den Normen, die von den Kirchenkonferenzen für die innere Anordnung der protestantischen Kirchen festgesetzt worden, sind in den letzten 30 Jahren eine große Anzahl ländlicher Kirchen beider Bekenntnisse in den östlichen Provinzen ausgeführt worden, zu denen die Angaben zum Bauplan, die Feststellung des Bedürfnisses und der Bausumme nach einheitlichen Grundsätzen im Ministerium der öffentlichen Arbeiten erfolgt waren; die Ausarbeitung der Pläne und die Ausführung wurde den Lokalbaubeamten übertragen. Die meisten dieser Bauten geben Zeugnis dafür, daß auch mit bescheidenen Mitteln recht Gutes geleistet werden kann, sowohl in geschickter, gefälliger Gestaltung des Aeußern wie auch in der praktischen Befriedigung des in jedem einzelnen Falle vorliegenden Bedürfnisses.

In ähnlicher Weise sind durch sachliche Einwirkung von einer Zentralstelle aus in den letzten Jahrzehnten eine Anzahl größerer Stadtkirchen entstanden, nämlich die Garnisonkirchen, die vom Reiche unter Oberaufsicht der Militärverwaltungen ausgeführt worden sind, so in Berlin verschiedene und in den Reichslanden. Ferner wurde im Jahre 1905 eine katholische Garnisonkirche in Ulm unter dem Patronat des Königs von Württemberg erbaut, die in mancher Hinsicht als mustergültig erachtet werden kann für einen den neuern Anforderungen entsprechenden geschickt entworfenen und künstlerisch ausgestatteten Kirchenbau. Der Entwurf dazu wurde durch allgemeinen Wettbewerb erlangt. Das Aeußere zeigt in gefälliger Gruppierung die einfachen Formen der Spätgotik unter Vermeidung aufdringlicher Ornamente, das Innere zeigt einen großen gut belichteten Raum mit Seitenschiffen, deren Breite auf das geringe Maß von $2\,{}^1/_2$ Meter eingeschränkt nur den Zugang zu den Sitzreihen bilden und zu den zwischen den Strebepfeilern angebrachten Kapellen, Beichtstühlen und Seitenaltären. In der Ausstattung, die sachgemäß in allen Teilen bis auf Geräte, Meßgewänder usw. nach den Angaben des Architekten bewirkt worden ist, zeigt sich infolgedessen eine seltene Einheitlichkeit und harmonische Uebereinstimmung, die für den Gesamteindruck außerordentlich stimmungsvoll wirkt. Nur in der Ausmalung dürfte des Guten etwas zuviel geschehen sein, auch kann nicht gebilligt werden, daß die warmen Töne der in Sandstein ausgeführten Bauglieder und der in Eichenholz hergestellten Orgelbühne, Türen und dergleichen mit deckenden Farben überzogen und bemalt worden sind.

Nun findet aber eine sachverständige Erörterung und Ueberwachung bei kirchlichen Ergänzungs- und Neubauten und eine künstlerische Beurteilung auch bei kleinern

Ausführungen auf dem Lande in vielen Fällen leider nicht statt, namentlich in den westlichen Provinzen, wo der Staat finanziell nicht beteiligt ist und seine Aufsicht nur einen baupolizeilichen Charakter hat. Dazu kommt, daß in diesen wohlhabenden Gegenden die Geldmittel zum Kirchenbau vielfach reichlich fließen und auf dem Lande der Bauernstolz eine große Kirche reich ausgestattet und auf freiem Platze gelegen haben will. Es ist deshalb erklärlich, wenn in neuerer Zeit Kirchen auf dem Lande entstanden sind, die mit großen Stadtkirchen wetteifern, die eine z. B. mit mächtigen domartigen Doppeltürmen an der Westseite, die andre auf einem ganz kleinen Rheindorfe mit einer gewaltigen achtseitigen Kuppel auf der Vierung. Derartige Ausführungen mit entsprechender Innenausstattung überschreiten nicht allein unter übermäßigem Kostenaufwand das Bedürfnis, sie passen auch durchaus nicht in ihre Umgebung und wirken störend für das Landschaftsbild der ganzen Gegend.

In der Diözese Köln hat denn auch der Erzbischof Veranlassung genommen, gegen derartige Ueberhebungen der Kirchengemeinden seines Diözesanbezirks Stellung zu nehmen. Der Erlaß vom 24. Mai 1903*) wendet sich zunächst gegen die Ausschreitungen beim Bau der Pfarrhäuser, bei denen man etwas „Monumentales", dem Kirchenstil „Entsprechendes" verlangt. Sodann wird getadelt, „daß Kirchen, deren Bau nur mit fremder Beihilfe, etwa durch Inanspruchnahme einer Kirchen- und Hauskollekte, zustandekommen konnten, in reichster Formentfaltung aufgebaut, oder im Innern mit Altären, Kommunionbank, Bildern, Paramenten und Gefäßen kostbar und reich ausgestattet werden, auch kann nicht gebilligt werden, wenn in bessergestellten Gemeinden für die innere Ausstattung zu große Ausgaben gemacht werden, z. B. für eine Kommunionbank eine Summe, für die man fast eine kleine Kirche bauen könnte".

Seit der Bekanntgabe dieses Erlasses sind nunmehr sechs Jahre verflossen, daß aber bei Neubauten dieser Zeit in diesem Sinne verfahren worden wäre, ist nur selten zu bemerken. Dies wird auch wohl kaum zu erwarten sein, wenn die in dem genannten Erlaß gegebenen Ratschläge und Ermahnungen nicht zur zwingenden Vorschrift werden und gleichzeitig dafür Sorge getragen wird, daß die Entwürfe durch geeignete Sachverständige eingehend geprüft und die Ausführung einer ständigen Ueberwachung unterstellt bleibt.

Für die Folge werden wohl derartige Ausschreitungen bei Neubauten in ländlichen Gegenden durch die gesetzlichen Bestimmungen über Denkmalpflege — Gesetz vom 15. Juli 1907 — eine Einschränkung erfahren. Nach diesen Bestimmungen können nämlich Denkmäler, und dazu gehören auch alte Dorfkirchen, nicht ohne weiteres beseitigt werden. Es wird vielmehr in jedem Falle, wenn das Bedürfnis für mehr Kirchenraum durch Anwachsen der Bevölkerung vorliegt, von dem zuständigen Provinzial-Konservator eingehend geprüft, ob der erforderliche Kirchenraum anstatt durch einen Neubau nicht unter Erhaltung alter standfester Teile durch sachgemäße Anbauten oder Erweiterungen beschafft werden kann, so daß der Gesamtcharakter des ehrwürdigen Baudenkmals und insbesondere sein Standort an der historischen Stelle erhalten bleibt. Die Kirchengemeinde erhält dann eine ausreichende Kirche mit erheblich geringern Kosten, als wenn der „Architekt" oder Mauermeister einen „stilvollen" Neubau auf kahlem Felde außerhalb des Ortes aufführt. Es wird zwar meistens recht schwierig sein, bei den Dorfbewohnern das Interesse für ihre alte kleine Kirche zu wecken, die ihnen mit ihrem bescheidenen Aeußern und beschränktem Innenraum minderwertig erscheint; man schämt sich des „Kirchleins" und verlangt eine neue „schöne" Kirche, wie solche hier und dort in der Umgegend schon erbaut sind, „das Geld dazu hat man ja auch". Indes finden sich auch einsichtige, der Belehrung zugängliche Mitglieder des Kirchenvorstandes, zumal wenn in Aussicht steht, daß die alte Kirche nicht abgebrochen werden darf, sondern von der Gemeinde in baulichem Zustande zu erhalten bleibt. Es kann ja auch von dem Landmann nicht vorausgesetzt werden, daß er den künstlerischen Wert einer alten Dorfkirche erkennt und zu schätzen weiß, daß aber ein solcher nicht selten vorhanden ist, kann er schon daraus folgern, daß die Dorfkirche mit ihrem Gottesacker, der Dorflinde und der sonstigen Umgebung von Landschaftsmalern mit Vorliebe zum Gegenstande eines stimmungsvollen Bildes gemacht wird. Aber auch als Denkmal einfacher Kunsterzeugnisse, die im Laufe von Jahrhunderten sich an und in den Dorfkirchen gesammelt haben, als Merkzeichen einer Kulturperiode bieten sie nicht selten einen Schatz, der der Erhaltung wert ist und nicht ohne Not zerstört werden soll.

*) Siehe Anhang.

Etwas anders gestaltet sich die Frage des modernen Kirchenbaues in den rasch anwachsenden Städten, in denen eine Erweiterung der alten Kirchen nicht angängig ist, sondern neue Kirchen in den neuen Stadtteilen gebaut werden müssen, denen ihrer Bedeutung entsprechend eine stilistische Durchbildung zu geben ist.

Während, wie oben erörtert, angenommen werden kann, daß für die Bauweise der ländlichen Kirchen unter staatlicher Einwirkung in Anlehnung an Denkmalpflege und Heimatschutz eine befriedigende Lösung sich allmählich geltend machen wird, sind ähnliche Anzeichen für eine stilistische Durchbildung beim Bau neuer Stadtkirchen noch wenig zu bemerken.

In rheinischen Städten sind während der letzten zehn Jahre eine Anzahl neuer Kirchen entstanden, von denen einige die Einwirkungen des Jugendstils mit bizarren Formen und ornamentalen Absichtlichkeiten erkennen lassen; andre sind eigentlich nur Nachahmungen mittelalterlicher Vorbilder, während die Fälle, in denen der Architekt auf Grund eingehender Studien mit vollem Verständnis für die Entwicklung und Gestaltung der alten Formen in künstlerischer Weiterbildung derselben ein selbständiges Werk geschaffen hätte, äußerst selten sind.

Die alten Meister haben es verstanden, durch Gruppierung der Massen, durch richtige Verhältnisse zwischen Mauerflächen und Fensteröffnungen einen wohltuenden Gesamteindruck zu erzielen, das Ornament folgte erst in zweiter Linie, um einzelne Bauglieder und den Uebergang vom Lastenden zum Tragenden angemessen zu betonen. Anders bei den heutigen Neubauten. Vergleicht man z. B. die Turmanlagen einiger neuer romanischer Kirchen mit den Umrißlinien der Apostelkirche in Köln oder der Klosterkirche Maria Laach, denen sie augenscheinlich nachgebildet sind, so ist die Ueberlegenheit leicht bemerkbar, mit welcher bei diesen alten Denkmälern des Kirchenbaues die Umrißlinien der Aufbauten sich harmonisch aneinanderfügen, wie ruhig die Mauerflächen mit ihren Fensteröffnungen und den einfachen Ornamenten auf den Beschauer wirken. Bei den modernen Neubauten zeigt sich an manchen Stellen der architektonische Schmuck nicht mehr aus der Konstruktion herauswachsend als stärkere Betonung der Bauglieder, sondern als Selbstzweck willkürlich angebracht. Die Gesimse, Fenster- und Türgewände werden überreich gegliedert und mit fein ausgearbeiteten Kapiteln und sonstigem Ornament versehen, das an den höhern Mauerteilen dem Auge nicht mehr erkennbar ist. In dem Bestreben nach reichem Aussehen werden Fensterumrahmungen angebracht ohne Fensteröffnungen, Galerien und Balkone ohne Zugang, Türme ohne Treppen und dergleichen mehr, so daß der Eindruck des Ueberladenen unvermeidlich ist. Kommt dann noch hinzu, daß die Ecken an Mauern und Lisenen in übermäßiger Weise durch vorspringende Binder und Läufer

aus Werksteinen betont und mit andersfarbigen Steinen absichtlich unterbrochen werden, daß die Flächen zwischen diesen Werksteinen, unter Bogen, Friesen und Fenstern, ferner alle großen und kleinen Mauerflächen bis zu dem Turmhelm hinauf mit grell weißem Anstrich versehen werden, so entsteht ein so unruhiges buntscheckiges Aeußere, wie es mit dem ernsten monumentalen Charakter einer Kirche nicht zu vereinbaren ist. Bei den im gotischen Stil erbauten neuen Kirchen sind ebenfalls vereinzelt Versuche bemerkbar nach neuen Motiven, in der Hauptsache schließen sich indes diese Bauten ebenfalls an die alten Formen an unter peinlichem Festhalten an dem gotischen Kanon.

Mit der Entwicklung des Kirchenbaues im allgemeinen steht in engster Beziehung die Ausstattung des Innern mit Geräten, Gebrauchsgegenständen und bildnerischem Schmuck in Skulptur und Malerei. Aber auch auf diesem Gebiete können die Leistungen der neuern Zeit das Kunstgefühl nur in seltenen Fällen befriedigen; und dies ist um so mehr zu bedauern, weil diese Arbeiten nicht nur bei Neubauten vorkommen, sondern auch bei der Unterhaltung des Innern von ältern Kirchen.

Schon seit vielen Jahren wird von Kunst- und Sachverständigen Klage darüber geführt, daß die ältern Kirchen ihre besten Ausstattungsstücke an Altären, Chorstühlen und Geräten verlieren. Bei der sogenannten „Renovierung" werden diese in ihrer Ausführung und Stilform tadellos hergestellten auch durch ihr ehrwürdiges Alter Achtung erheischenden Gegenstände von dem Kirchenvorstand, nämlich dem Pfarrer, als veraltet, nicht mehr zeit- und stilgemäß erachtet, sie werden auf den Dachboden verwiesen, die bessern auch wohl an Althändler für ein Spottgeld abgegeben; für den geringen Erlös, in der Hauptsache aber aus den Einnahmen einer Kollekte, wird dann neue Dutzendware mit aufgeklebten Ornamenten und buntester Bemalung angeschafft. Daß derartigen Verschacherungen auch wertvolle Geräte und Meßgewänder nicht selten zum Opfer fallen, davon geben die Vorräte mancher Althändler und die Sammlungen der Museen Zeugnis, wo diese wertvollen Gegenstände eigentlich nur dem Auge der Kunstgelehrten zugänglich sind, während sie bestimmt waren, an ihrem frühern Aufstellungsort das Gotteshaus zu schmücken und das Auge des Kirchenbesuchers zu erfreuen.

Dieser Mangel an Kunstverständnis bei den zuständigen Verwaltern der Gotteshäuser macht sich in gleicher Weise bei der Beurteilung des bildnerischen Schmucks und der Ausmalung der Kirche bemerkbar.

Vor einigen Jahren ist der Innenanstrich einiger hervorragender Denkmäler romanischen Stils in den Rheinlanden erneuert worden, nämlich der Kirchen in Boppard, St. Castor in Koblenz und in Andernach. Dabei sollen die unter der Tünche aufgedeckten alten Vorbilder getreu wieder hergestellt sein; ob dies überall zutreffend gewesen, läßt sich heute nicht mehr feststellen. Aber selbst wenn dies der Fall gewesen, so kann diese getreue Nachbildung allein doch keine Begründung sein für die grelle Zusammenstellung der Farben, für den roten Anstrich der Pfeiler, für die Ueberstreichung des warmen Steintons in den Werksteinrippen, Bemalungen, die unserm heutigen Kunstempfinden widersprechen. Die heutige Zeit hat ohne Zweifel Veranlassung und Verpflichtung, die Arbeiten der alten Meister zu studieren, auch in manchen Fällen die Reste dieser Arbeiten pietätvoll zu erhalten, sie kann aber nicht verpflichtet sein, auch das Unrichtige und Mangelhafte in der alten Kunst blind nachzuahmen, ebensowenig wie der Bildhauer sich dazu hergeben wird, für eine neue Heiligenfigur die verbildeten Glieder einer mittelalterlichen Skulptur zum Muster zu nehmen.

Daß die Kirchenmalerei und die Ausmalung der Kirchen zurzeit darniederliegt, ist leider offenkundig und wird gewissermaßen amtlich bestätigt durch ein Gutachten, das auf Veranlassung der rheinischen Provinzialverwaltung von hervorragenden Kunstverständigen, auch geistlichen Standes, in den Rheinlanden im Jahre 1907 abgegeben worden ist*). Es wird darin bei den Ausmalungen in Kirchen als besonderer Mangel bezeichnet das Fehlen eines klaren, dekorativen Gedankens, der Mangel eines koloristischen Systems; die neuen Ausmalungen geben in unverstandenem Wettbewerb gewöhnlich viel zu viel, ordnen sich nicht der Architektur unter, suchen nicht die architektonischen Glieder selbst zu betonen und herauszuheben, sondern bringen durch willkürliches Zerkleinern und Aufteilen der Flächen, durch Zerreißen der Gliederung nur eine große Unruhe in die architektonische Ordnung. . . . Die Ornamentmotive werden ohne Verständnis für ihren richtigen Platz verwendet, horizontale Friese sind an senkrechten Gliedern angebracht, Motive, die für das Einrahmen des Triumphbogens erfunden sind, haben an niedrigen Wandblenden Verwendung gefunden; die gesamte farbige Stimmung ist dazu nicht selten eine beleidigende, bunte und harte, die in grellen Tönen unvermittelt nebeneinanderstehen. Ferner heißt es: Am bedenklichsten steht es mit den figürlichen Darstellungen, deren Figuren in einer nicht geringen Reihe unsrer Kirchen in künstlerischer Roheit und Ausdruckslosigkeit einen bedenklichen Tiefstand des künstlerischen Könnens zeigen und die ohne Gefühl für die monumentale Wirkung, für Größe und Wucht der Umrisse und für gleichmäßige Raum- und Flächenausfüllung durchgeführt sind. Diese Figuren können unmöglich erbaulich wirken; sie werden den unbefangenen Laien leicht abstoßen, wie sie das künstlerisch gebildete Auge verletzen. . . . Der Würde der Kirche dürfte es in jedem Falle mehr entsprechen, wenn an Stelle der überladenen mit unzulänglichen Mitteln geschaffenen figürlichen Ausmalung eine maßvolle, weise überlegte Dekoration in dem ganzen Raum ausgeführt würde mit einfacher aber kraftvoller Betonung der architektonischen Glieder.

Das Gutachten legt dieser Frage so große Bedeutung bei, daß durch das Zusammenwirken aller Faktoren, durch gemeinsame Tätigkeit der kirchlichen und staatlichen Behörden, durch das Eintreten von Künstlern wie von Kunstfreunden und das Anrufen der Oeffentlichkeit eine Besserung der auf diesem Gebiete herrschenden bedenklichen Zustände angestrebt werden müsse.

Wenn wir nun heute, etwa drei Jahre nach der Bekanntgabe dieses sachverständigen Gutachtens, die während dieser Zeit in einigen rheinischen Kirchen vorgenommenen Ausmalungen uns näher ansehen, so kann eine Besserung im Sinne des obigen Gutachtens kaum erkannt werden, wohl aber der Tiefstand des Kunstverständnisses der Auftraggeber, und es ist recht bedauerlich, wenn in einer kürzlich mit neuer Ausmalung versehenen Kirche am Rhein die in dem Gutachten erörterten Mängel fast alle wieder zu finden sind. Bis in die Gewölbekappen hinauf finden sich hier kleine schablonierte Figuren, und im übrigen ist man eifrig bestrebt gewesen, so ziemlich jeden Quadratmeter Fläche an Pfeilern, Säulen, Wänden, Bogen- und Fensterteilungen mit schablonierten Figuren und Ornamenten in buntester Farbenzusammenstellung zu bedecken. In einer andern Kirche romanischen Stils, die jetzt fertig geworden, sind zwar die Pfeiler und obern Wandflächen zurzeit noch frei von Ornamenten, bei den an den Gewölben und Bogenteilungen angebrachten Bemalungen aber macht der in dem Gutachten betonte Mangel des Anschlusses an den architektonischen Rahmen, das Fehlen eines klaren dekorativen Gedankens und die Nachahmung ungenügend verstandener Vorbilder sich stark bemerkbar.

---

*) Siehe Anhang.

Für die Beurteilung der Kirchenmalereien und ihrer Wirkungen sind von wesentlichem Einfluß die gemalten und bunt verglasten Fenster, sowohl mit ihren Darstellungen, die ja eine Fortsetzung und Ergänzung des malerischen Schmucks bilden, als auch wegen der Belichtung der übrigen Malereien und ihrer Wirkung auf den Gesamtlichtton des Innern. Was die neuern Darstellungen in den gemalten Fenstern betrifft, so trifft manches, was in dem mehrerwähnten Gutachten über System und Farbenakkorde der Wandmalereien gesagt ist, leider auch hier zu. Ob die malerischen Kompositionen in den heute beliebten Glasfenstern mit ihrer Anhäufung von Figuren in verschiedenem Maßstab auf derselben Fensterfläche, mit den buntesten Kleiderfarben und grell nebeneinanderstehenden Tönen, mit den überreichen unruhigen Ornamenteinfassungen, einem richtigen Kunstempfinden und ihrem Zweck entsprechen, einen erbaulichen Eindruck auf den Beschauer hervorzurufen, das wird doch bei recht vielen Ausführungen auf berechtigte Zweifel stoßen. Auch eine Wirkung der bunten Farbentöne auf die Gesamtbeleuchtung des Innern wird in vielen Fällen nicht berücksichtigt oder doch unterschätzt, was schon daraus zu entnehmen, daß gemalte Fenster nicht selten nachträglich nach den Wünschen und dem Geschmack eines Geschenkgebers hergestellt und in einer noch freien Fensteröffnung ohne Rücksicht auf die Verdunkelung des Kirchenraumes an dieser Stelle eingesetzt werden. Es können dann Zustände eintreten, wie in einigen Kölner Kirchen geschehen, daß bei gewöhnlichem Tageslicht die Schrift der Gebetbücher nur mit Mühe und für schwache, ältere Augen überhaupt nicht zu lesen ist, oder daß, wie im Bonner Münster, Teile der bemalten Fenster geöffnet werden müssen, um einiges Licht einzulassen.

Eine weitere Folge dieser planlosen, überreichen Ausmalung der Kirchen ist nicht selten die, daß bildliche Darstellungen auf solchen Flächen ausgeführt werden, wo sie nur bei künstlicher Beleuchtung und mit dem Fernglas erkannt werden können, daß demnach diese Ausführungen, selbst wenn sie künstlerischen und erbaulichen Wert haben, ihren Zweck nicht erfüllen, sie widersprechen jeder gesunden Anordnung sowie einer sachlichen Verwendung der für den Bau der Kirche oder deren innerer Erneuerung bestimmten Geldmittel.

Bei solchen Vorkommnissen erscheint es wohl angezeigt und gerechtfertigt, wenn in dem oben angeführten Gutachten auch die Oeffentlichkeit angerufen wird, um eine Besserung auf diesem Gebiete anzustreben; und dies gilt nicht allein für die künstlerische Ausstattung, sondern für das gesamte Kirchenbauwesen der neuern Zeit, in dem sowohl nach der praktischen wie nach der künstlerischen Seite manches zu wünschen bleibt.

Mit dem Ruf und dem heftigen Streben und Suchen nach neuen Stilformen, wie dies im Profanbau mit dem Jugendstil versucht worden, wird die Frage nicht zu lösen sein, denn ein Baustil läßt sich überhaupt nicht erfinden, derselbe muß vielmehr aus dem praktischen Bedürfnis herauswachsen, und es ist zunächst erforderlich, darüber Klarheit zu gewinnen, inwieweit diese Bedürfnisse gegen früher andre und welche neuern Momente von Einfluß auf die Stilbildung geworden sind. Dabei werden hauptsächlich folgende Punkte in Frage kommen: Die Ergebnisse unserer Studien über Anlage und Aufbau des Grundplans, über die Anforderungen, die mit dem Fortschritt der Kultur in neuerer Zeit an Monumentalbauten überhaupt und insbesondere an Kirchenbauten gestellt werden, und über den Einfluß, den die Entwicklung der Technik auf die baulichen Ausführungen gewonnen hat.

Für den Bau der Dorfkirche, bei der in der Regel kleinere Bedürfnisse mit entsprechend geringen Mitteln zu befriedigen sind, kann die Frage einer besondern Stilform ausscheiden; damit soll aber nicht gesagt sein, daß das Bauwerk auch für eine künstlerische Betätigung nicht geeignet sei. Diese wird allerdings vorwiegend auf die Gruppierung der Bauformen und die landschaftliche Gesamterscheinung sich zu erstrecken haben. Handelt es sich um die Erweiterung einer alten Kirche, so gestaltet sich die Aufgabe ziemlich einfach, weil das Vorhandene maßgebend für den Anbau bleiben muß.

Ist aber ein Neubau erforderlich, vielleicht mit Erhaltung der alten Kirche als Denkmal, so wird die Lösung schon schwieriger. Der Kirchplatz bleibt für das Dorf immer ein historischer, praktischer Mittelpunkt, und man sollte nur in zwingenden Fällen die neue Kirche an einer andern Stelle erbauen. Dabei wird allerdings sorgfältig zu prüfen sein, welche Lage für den Neubau zu wählen ist, damit er in die Umgebung hineinpaßt und mit dem Pfarrhaus etwa durch verkleinerte Nachbildung städtischer Bauten den landschaftlichen Charakter nicht zerstört.

Die alten Dorfkirchen liegen häufig auf einem etwas erhöhten, mit Mauern und Buschwerk eingefaßten Platze, mit der Chorseite nach Osten gerichtet. Diese erhöhte orientierte Lage, die von der heutigen Regulierungssucht nicht selten bedroht ist, soll man ohne Not beim Neubau nicht aufgeben, nicht allein aus idealen, sondern auch aus praktischen Gründen, weil die Dorfstraßen und Zugänge zu der Kirche entsprechend angelegt sind. Ob und in welchem Umfange ebenfalls dem Zuge der Zeit entsprechend eine Freilegung der Umgebung von untergeordneten Gebäuden stattfinden soll, wird sorgfältig zu erwägen und nicht immer leicht zu entscheiden sein.

Weniger Schwierigkeiten wird im allgemeinen die Plangestaltung verursachen. Das Innere der Dorfkirche verlangt in der Regel nur einen einschiffigen Raum, bei dem es darauf ankommt, das richtige Verhältnis der Länge zur Breite zu finden und denselben durch Gliederung der Wände, durch Anordnung der Decke — Gewölbe oder Holz —, der Orgelbühne und der sonstigen Ausstattungen sowie durch einfache Dekorierung angemessen zu beleben. Für den äußern Aufbau, bei dem besondere Stilformen kaum zur Anwendung kommen werden, bleibt zu beachten, daß die Dorfkirche, namentlich in Gebirgsgegenden, durch ihre freie Lage den Unbilden der Witterung stark ausgesetzt ist, gegen die ein tief herabhängendes Schieferdach mit anschließenden Schleppdächern über den Anbauten den besten Schutz bietet; in gleicher Weise ist der Turm oder Dachreiter zu behandeln.

Aus diesen Andeutungen dürfte zu entnehmen sein, daß ausreichende Gründe vorhanden sind, um auch beim Bau der einfachen Dorfkirche einen kunstverständigen geschulten Architekten zu beteiligen, wenn ein Bauwerk geschaffen werden soll, das nicht allein dem praktischen Bedürfnis genügt, sondern auch in gefälliger malerischer Form in die Umgebung von Dorf und Landschaft sich einfügt.

Es wurde schon oben erwähnt, daß bei Patronatskirchen auf dem Lande der Staat als Auftraggeber in diesem Sinne seinen Einfluß schon seit längerer Zeit geltend macht und eine große Anzahl neuer Dorfkirchen ausgeführt hat, die auch bei andern Kirchengemeinden als Vorbild dienen können.

Aehnliche Bestrebungen beim Bau der Dorfkirchen sind auch anderwärts zu bemerken; z. B. im Herzogtum Braunschweig bei den Kirchen in Gardessen, Winnigstedt und Linse. Ein geradezu mustergültiges Beispiel für die Anlage einer kleinen Dorfkirche mit praktischer Ausnutzung des beschränkten Bauplatzes, gefälligen Formen des Aufbaues und entzückend landschaftlichem Reiz ist das Kirchlein in Zindorf bei Nürnberg, ein Werk des Architekten Schmitz, ein sprechender Beweis dafür, wie bei der Dorfkirche der Architekt sich betätigen kann. Von diesen ländlichen Bauten können auch viele Zeugnis dafür ablegen, wie mit dem in der Umgegend sich vorfindenden Steinmaterial in billigster Weise dauerhafte und

ansprechende Mauerflächen hergestellt werden können an Stelle des vielfach beliebten Ziegelrohbaues, dem der Eindruck des Kahlen und Nüchternen immer anhaften bleibt.

Bei größern Kirchen auf dem Lande und in den Städten liegt die Frage des Bedürfnisses und der Stilformen etwas anders.

Für den Grundplan ist auch hier ein Haupterfordernis und bei protestantischen Kirchen fast das alleinige, daß Kanzel und Altar möglichst von allen Plätzen der Kirche aus gesehen werden können. Die Erörterung der Grundrißgestaltung bildet deshalb schon lange einen wesentlichen Punkt auf den protestantischen Kirchenbau-Konferenzen. Die Meinungen darüber sind bei den verschiedenen Bekenntnissen verschieden. Zum Teil will man, mit grundsätzlicher Absage von dem katholischen Typus, dem Altar eine besondere Bedeutung nicht beilegen und deshalb die aus der katholischen Kirche übernommene Chornische beseitigen. Der Grundcharakter der protestantischen Kirche soll die Saalkirche sein, in der der Prediger auf der Kanzel von allen Plätzen gut gesehen und verstanden sein kann. Aus diesem Grunde hat sich denn auch bei kleinern Bauten die unsymmetrische zweischiffige Anlage mit Vorliebe herausgebildet, die in dem kleinern Seitenschiff nach der Richtung der Stimme des Predigers hin eine weitere Ausdehnung des Raumes mit Emporeneinbau gestattet. Man ist ferner dazu übergegangen, Altar und Kanzel als gleichwertig zu erachten in der Weise, daß man die Kanzel hinter den Altar, denselben überragend, angeordnet hat. Das Bestreben, alle Sitzplätze möglichst nahe der Kanzel anzuordnen, führte sodann in der größern protestantischen Kirche zum Zentralbau oder zur Kreuzkirche mit kurzen Kreuzarmen, wie bei der Kaiser-Friedrich- und annähernd auch bei der Kaiser-Wilhelm-Gedächtniskirche in Berlin, ferner bei der Thomaskirche in Erfurt, der Pauluskirche in Halle, der Christuskirche in Mainz und bei vielen andern Ausführungen der neuern Zeit.

Derartige Erwägungen über die Gestaltung der Chornische, die vorwiegende Bedeutung der Kanzel, ihre Verbindung mit dem Altar u. dgl. liegen für die Grundrißanordnung der katholischen Kirche nicht vor. In ihr ist und bleibt der Altar mit der ihn umschließenden Chornische der unbestrittene Hauptpunkt des Gotteshauses, der ihm das weihevolle Gepräge gibt, der als Stätte der gottesdienstlichen Haupthandlung durch Lage und Form ausgezeichnet die Aufmerksamkeit der Kirchenbesucher vornehmlich in Anspruch nimmt. In zweiter Linie erfolgt dann die Stellung der Kanzel, der Nebenaltäre, Beichtstühle usw. Im übrigen wird neben dem Bedürfnis einer freien Aussicht auf den Hauptaltar im katholischen Gotteshause auch Wert auf eine für die Zuhörer günstige Stellung der Kanzel zu legen sein.

Diese Bedürfnisse lassen sich aber nur in kleinen, einschiffigen Anlagen leicht befriedigen, bei größern Kirchen verlangt die Decke Zwischenstützen mit Seitenschiffanlagen, aus denen die Aussicht auf Altar und Kanzel durch Pfeiler und Säulen beschränkt wird. Derartige Einschränkungen sind am stärksten in den romanischen Basiliken mit schweren Pfeilern und Tonnengewölben und in den byzantinischen Kuppelbauten mit umlaufenden Seitenschiffen. Mit den Fortschritten der Technik, insbesondere der Wölbekunst, und mit der Verwendung von festerem Steinmaterial zu den Stützen ist man bemüht gewesen, diese schlanker herzustellen, bis man in den gotischen Hallenkirchen mit Auflösung der schweren Mauermassen, Anwendung von leichten Kreuz- und Netzgewölben über dünnen Pfeilern dem Eindruck des Einheitsraumes nahe gekommen ist. Aber auch bei der stärksten Einschränkung der Pfeilerabmessungen bleibt immerhin für einen großen Teil des nutzbaren Kirchenraumes die Aussicht auf Altar und Kanzel benommen. Bei den neuern Ausführungen werden deshalb die Bestrebungen fortgesetzt, die Raumeinheit des Innern zu erreichen, unterstützt von den Wünschen der Geistlichkeit, die auch durch den bekannten jüngst verstorbenen Kunstkenner Prälat Schneider in Mainz auf das eifrigste befürwortet ist.

Man ist zu diesem Zweck auf eine Grundrißanordnung zurückgekommen, die sich auch in frühern Zeiten bei Kapellen und kleinern Kirchen vereinzelt findet, nämlich die symmetrische zweischiffige Anlage. Durch die Stellung der Gewölbestützen in der Mitte wird ihre Zahl um die Hälfte verringert, und wenn durch Verwendung von sehr druckfestem Material ihre Querschnitte auf das äußerste eingeschränkt werden, werden sie die Uebersicht über den ganzen Kirchenraum nur wenig behindern. Ein gut durchgebildetes Beispiel dieser Art ist die im Jahre 1900 eingeweihte Garnisonkirche in Graudenz, in der die auf 52 ^{cm} Durchmesser eingeschränkten schlanken Säulen die Aussicht auf Kanzel und Altar nur für wenige Plätze behindern.

Ein zweites Beispiel zeigt die protestantische Saalkirche in Heimersbrück bei Frankfurt a. O. Auch für katholische Kirchen ist dies System gewählt worden, z. B. für die Kirche in Kessenich bei Bonn, für Flehe bei Düsseldorf, letztere Ausführung indes mit wenig glücklicher Wirkung. Ueberhaupt hat für den Gesamteindruck eines größern Raumes die Stütze in der Mitte immer etwas Störendes und bei katholischen Kirchen erst recht, weil durch sie der freie Blick gerade aus der Mitte nach dem vornehmsten Punkt der Kirche, dem Tabernakel auf dem Hauptaltar, behindert bleibt.

Mit besserm Erfolg wird deshalb in neuerer Zeit eine Anordnung des Grundrisses in der Weise versucht, daß zum Zweck einer freiern Raumgestaltung die Gewölbestützen möglichst nahe an die Außenmauern herangerückt und in engste Verbindung mit den Strebepfeilern gebracht werden. Die Seitenschiffe erhalten dann eine sehr geringe Breite und keine Plätze, dienen vielmehr als seitlicher Zugang zu dem Gestühl im Hauptschiff und bieten außerdem zwischen den Nischen der nach innen eingezogenen Strebepfeiler geeigneten Raum zur Aufstellung von Nebenaltären, Beichtstühlen, Kreuzwegstationen u. dgl. Eine gut gelungene Anlage dieser Art zeigt die 1904 eingeweihte katholische Garnisonkirche zu Ulm, in der die Seitenschiffe nur 2,5 ^{m} breit sind, niedrig gehalten und ohne Emporen.

Auf diese Weise ist für das 15 ^{m} breite bis zu 20 ^{m} Höhe aufsteigende, mit leichten Netzgewölben überdeckte Mittelschiff eine äußerst günstige Raumwirkung erzielt worden, die nur durch überreiche Bemalung der Wände etwas beeinträchtigt wird. In ähnlicher Weise ist der Grundriß der 1906 eingeweihten Herz Jesukirche in Ettlingen bei Karlsruhe angeordnet, indes sind die Seitenschiffe breiter angelegt und die Triforien über denselben zu Emporen ausgenutzt. Diese starken Durchbrechungen der obern Schiffswand in Verbindung mit den schweren romanischen Formen lassen die einheitliche Raumwirkung hier weniger zur Geltung kommen als in der neuen Garnisonkirche zu Ulm.

Es wurde oben bereits erwähnt, daß für größere protestantische Kirchen vielfach die Kreuzform mit gleichlangen Kreuzarmen gewählt wird, in der wie in der Garnisonkirche zu Thorn, der Gedächtniskirche zu Liegnitz, der Pauluskirche zu Halle überhaupt keine Gewölbestützen verwendet sind, oder nur ein bis zwei Paare, wie in oben genannten Gedächtniskirchen und jener zu Speyer. Diese Kirchenform, für Predigtzwecke sehr günstig, gewährt indes mehr den Eindruck eines Hörsaales und ist für den katholischen Kultus wenig geeignet, bei dem aus dem ganzen Kirchenraum ein idealer Zug für Sinn und Gedanken nach dem Chor und dem Hauptaltar sich geltend machen soll. Auch für die Aufstellung von Nebenaltären, Beichtstühlen und Votivbildern für

Prozessionswege und andere Gebräuche des katholischen Kultus ist eine zentrale Grundrißanlage wenig geeignet; hier wird der Langhausbau mit kurzem Querschiff der Typus für den Grundriß wohl dauernd bleiben. Einen wesentlichen Teil des Grundplans bildet sodann die Turmanlage. Bei Dorf- und kleineren Stadtkirchen wird, wenn die Mittel überhaupt reichen, der Turm zweckmäßig in der Hauptachse vor der Westfront anzulegen sein, so daß das erste Obergeschoß zur Orgelbühne zugezogen werden kann. Größere Turmanlagen, Doppeltürme, Ecktürme und Kuppeln, die weniger dem Bedürfnis als einem hervorragenden Schmuck der Kirche dienen, können nur bei größern Ausführungen mit reichen Baumitteln in Frage kommen; sie haben auf die Ausgestaltung des Innern wenig Einfluß. Ein solcher macht sich aber stärker geltend durch den Einbau von Emporen und die Anordnung der Beleuchtung des Kircheninnern.

Was die Emporen betrifft, so kann man sie im allgemeinen als einen Einbau bezeichnen, der mit der Architektur und der Ausgestaltung des Innern nur schwer in organischen Einklang zu bringen ist. Die Einrichtung derselben ist aus dem Orient überkommen, wo der dortigen Sitte entsprechend für die Frauen gesonderte Räume in den Kirchen verlangt wurden. In den byzantinischen Zentralbauten und in den romanischen Pfeilerbasiliken lassen die Emporen sich weniger störend anordnen. Mit der Verwendung von Säulen und den in Diensten aufgelösten Pfeilern des gotischen Stils läßt die Zwischendecke der Emporen sich überhaupt nicht eingliedern, auch wird die Anordnung der Fenster in den Umfassungswänden durch sie sehr ungünstig beeinflußt. Da nun heute der Zweck, abgesonderte Räume für die Frauen herzustellen, hinfällig geworden, überdies auch die Aussicht auf Altar und Kanzel von den Emporen sehr beschränkt ist, so werden sie in katholischen Kirchen über den Seitenschiffen zweckmäßig vermieden; als Ersatz für sie kann bei dringendem Platzbedürfnis in kleinem Umfang die Verlängerung der Orgelbühne in das Hauptschiff hinein dienen.

Etwas anders liegen die Verhältnisse für protestantische Kirchen. Hier werden die Emporen in dem einheitlichen Raum der Zentral- oder der gleicharmigen Kreuzkirche als Obergeschoß über den untern Plätzen eingebaut und erfüllen ihren praktischen Zweck, freie Sitzplätze mit Aussicht auf Kanzel und Altar zu schaffen, vollkommen; zu einer organischen Ausgestaltung des Kircheninnern werden sie aber auch hier nicht beitragen können.

Für die Wirkung der architektonischen Gliederung des Kircheninnern und namentlich für den Gesamteindruck derselben ist von hervorragender Bedeutung die Art der Belichtung, die Größe, Form und Verglasungsart der Fenster, Umstände, die beim Entwurf nicht immer genügende Beachtung finden. Im allgemeinen sind die Stellen für die Lichtquellen durch das Konstruktionsgerüst der Kirche gegeben in den Flächen zwischen den Gewölbestützen und in den Giebeln, dagegen kann die Form und Größe sehr verschieden sein, und sie müssen den örtlichen Bedürfnissen und Verhältnissen sorgfältig angepaßt werden, wenn die günstigste Wirkung der Beleuchtung erzielt werden soll. So sind z. B. in den alten romanischen Kirchen infolge der primitiven Technik, die Fenster meistens zu klein, und wenn sie dann im Laufe der Zeit, ohne Rücksicht auf ihren Zweck als Lichtquelle, noch mit Glasmalereien verdunkelt wurden, so entstehen vielfach die bereits erwähnten Mißstände, daß in solchen Kirchen am Tage nur mit künstlichem Licht ein Gebetbuch benutzt werden kann. Dagegen finden wir in gotischen Kirchen die Fenster häufig zu groß und durch übermäßige Lichtzuführung eine störende Blendung verursachend. Auch auf diesem Gebiete ist die blinde Nachahmung überlieferter alter Formen leider noch vorwiegend, während durch eingehende Studien des Bedürfnisses und sachgemäße Weiterbildung im Anschluß an das Ueberlieferte das richtige Maß wohl zu finden wäre, zumal, da bei der meist freien Lage der Kirchen von außen keinerlei Beschränkungen für die Fensteranordnung vorhanden zu sein pflegen.

Für die Beleuchtung großer Räume mit starkem Besuch ist in erster Linie zu beachten, daß ebenso wie in der Natur unter freiem Himmel das Licht von oben kommen und die Lichtquelle so angeordnet sein soll, daß sie über dem Auge schwebend, nicht blendend auf dasselbe wirken kann. Dies ist aber in vielen Kirchen und gerade an der hervorragenden Stelle nicht beachtet, nämlich in der Chornische, und es ist auffallend, daß man bei Neubauten so wenig Wert darauf legt, diesen Mangel in der Beleuchtung zu vermeiden. Der Einwand, daß diese Lichtstrahlen durch Glasmalereien gedämpft werden können, ist nicht zutreffend, weil in kleinern Kirchen die Mittel für solche Malereien nicht reichen und überdies die Farben nicht so dunkel gehalten werden können, daß die Blendung behoben wird. Das Erkennen der Einzelheiten des Altars und die Handlung des zelebrierenden Priesters wird vom Innern der Kirche aus durch das hinter dem Altar einfallende Licht immer beeinträchtigt werden, während eine seitliche Beleuchtung der Chornische dem Auge einen wohltuenden Ruhepunkt gewährt. Ueberzeugende Beispiele für diese Gegensätze bieten unter andern in Köln die in gotische Fenster aufgelöste Chornische der neuen Pauluskirche und andrerseits die ruhige Seitenbeleuchtung in der kleinen Maria-Hilfkirche. Dazu kommt, daß eine derartige, von rückwärts aus dem Malerwinkel kommende Beleuchtung für die Würdigung des Altars, für Altarbilder und sonstigen künstlerischen Schmuck außerordentlich günstig wirkt.

Eine andre Beleuchtungsform der ganzen Chorpartie, die auch der nach oben strebenden Eigenschaft des Altars und seines Inhalts symbolisch entsprechen würde, das Oberlicht, ist nur in vereinzelten Fällen zur Anwendung gekommen, vielleicht wegen technischer Schwierigkeiten, die aber heute bei den großen Fortschritten der Technik in Eisen- und Glaskonstruktionen überhaupt nicht mehr in Frage kommen können. Darüber kann aber wohl kein Zweifel bestehen, daß durch eine Lichtquelle von oben in geschickter Ergänzung durch Seitenlicht diesem bevorzugten Raume des katholischen Gotteshauses eine ruhige und stimmungsvolle Beleuchtung gegeben werden kann, die sehr geeignet wäre, seinen Gesamteindruck zu vertiefen.

Einen Vorgang für Oberlicht und einen Beweis für die vorzügliche Wirkung dieser Beleuchtungsform bieten die Kuppeln, wie sie in den byzantinischen und später in den italienischen Zentralbauten der Renaissancezeit ausgeführt worden sind. An einigen neuern Kirchenbauten Deutschlands, denen die romanischen Anlagen des XII. Jahrhunderts als Vorbild gedient haben, sind zwar Kuppeln ausgeführt, ihre praktische Ausnutzung zu einer schönen reichen Lichtquelle ist aber meistens außer acht gelassen. Bei den Fensteranlagen in den Seiten- und Giebelwänden zeigen die neuern Kirchenbauten häufig die engste Anlehnung an die alten Formen der kleinen romanischen oder der überschlanken gotischen Fenster. Diese sind wegen ihrer geringen Breite für eine ausgiebige Lichtzuführung nicht günstig, sie lassen sich mit ihren Abmessungen in die Umrahmung der Wandflächen nur schwer einpassen. Das dreiteilig gekuppelte Fenster mit erhöhter mittlerer Oeffnung ist in Form und Abmessung der Lichtflächen günstiger und für Giebeldreiecke, namentlich bei romanischen Bauten, ist das Radfenster gut verwendbar. In den niedrigen Seitenschiffen und den obern Wänden des Mittelschiffs mit beschränkten Höhen läßt sich eine ausgezeichnete Wirkung erzielen durch die Fächerfenster des Uebergangsstils sowohl für eine breite Ausdehnung der Lichtfläche wie auch für die architektonische Formengebung. Auch

das Kleeblattfenster läßt sich in ähnlicher Weise in Kapellen und kleinern Anbauten gut wirkend verwerten. Ueberhaupt zeigen die Formen des Uebergangsstils aus dem Anfang des XIII. Jahrhunderts, deren weitere Entwicklung durch den flutartigen Einbruch der gotischen Formen ganz unterbrochen wurde, eine Fülle von Motiven, die namentlich in dem heutigen Gärungsprozeß der kirchlichen Baustile eine schätzenswerte Fundgrube zur weitern Entwicklung der Formensprache bieten, ebenso wie der viel geschmähte und abfällig beurteilte Barockstil wertvolle Anregungen zur ornamentalen Behandlung des Kircheninnern geben kann.

Mit der Bedeutung der Lichtzuführung für den Gesamteindruck des Innenraumes steht in engster Verbindung die farbige Behandlung der Wand- und Fensterflächen, ein sehr wunder Punkt bei den heutigen Kirchenbauten, wie aus dem oben angeführten Gutachten der Provinzialkommission für die Denkmalspflege im Rheinland*) zu entnehmen ist. Besonders wichtig auch deshalb, weil die mangelhaften Leistungen auf diesem Gebiete nicht allein bei Neubauten, sondern auch bei vielen alten Kirchen sich geltend machen, die einer Ausbesserung der innern Wandflächen bedürfen.

Die Arbeiten der Ausmalung bestehen in dem Anstrich der Wände, verbunden mit einfassenden und abteilenden Linienornamenten und in Figurenmalerei auf Wänden und Fenstern.

Als erster Grundsatz muß hier gelten, daß die Malerarbeiten — ebenso wie die Bildhauerarbeiten — sich der Architektur unterordnen und den Rahmen derselben nicht überschreiten. Die Linienmalerei hat den Zweck, die architektonischen Gliederungen durch gedämpfte Farben und zarte Ornamente hervorzuheben und an besonders wichtigen Punkten auch durch Gold und lebhaftere Farben die Bedeutung der Bauglieder zu steigern. Die Figurenmalereien sollen an geeigneten Stellen, am Altar, an den Wänden der Chornische, über den Arkaden und an einigen Fenstern durch Darstellungen von Christus und von hervorragenden Personen aus der heiligen Schrift und der Kirchengeschichte die Erinnerungen der Gläubigen an die Träger des Christentums beleben und verstärken, auch sie sollen aber niemals Selbstzweck werden, sondern dem Schmuck des Gotteshauses dienen; die Kirche soll kein Museum für Kunstwerke sein.

Auf dem Gebiete der Kirchenmalerei wird in dem mehrfach erwähnten Gutachten und neuerdings auch bei Gelegenheit der Düsseldorfer Ausstellung für christliche Kunst ein Tiefstand beklagt, zum nicht geringen Teil entstanden aus dem Mangel an Kunstverständnis in den für die Ausführung und Unterhaltung der Kirchen maßgebenden Kreisen der Geistlichkeit und der auftraggebenden Kirchengemeinden. Einen charakteristischen Beleg für diese Ansicht gibt das von einem Kirchenvorstand neulich erlassene Ausschreiben, in dem Angebote zum Ausmalen der Kirche innerhalb 14 Tagen verlangt werden; von dem Ergebnis eines solchen Verfahrens und dem Kunstwert der Ausführung, die ja voraussichtlich dem Mindestfordernden übertragen wurde, kann man sich unschwer eine Vorstellung machen. Derartigen Vorkommnissen gegenüber muß ausdrücklich betont werden, daß auch bei der Ausmalung kleinerer Kirchen mit Linienornamenten die Mitwirkung eines sachverständigen Architekten erforderlich ist, der unter Berücksichtigung der Raumverhältnisse, der Fensteranlage und sonstiger Umstände des Innern den Farbenton, die Art und Ausdehnung der Ornamente zu bestimmen hat. Man ist noch vielfach der Meinung, das die Arbeiten alter Meister als die besten nur nachzuahmen seien. Wenn es sich um Ausbesserungen und kleine Ergänzungen alter Malereien handelt, ist es wohl angezeigt, aus Achtung für die mehrhundertjährigen Ueberlieferungen die Ausbesserungen des Vorhandenen in denselben Farben und Formen vorzunehmen, auch wenn dies unsern heutigen Anschauungen über Kunst nicht überall entspricht. Daraus folgt aber nicht, daß bei Neubauten oder in alten Kirchen, die eine farbige Ausstattung erhalten sollen, nun dieselben ungereimten Ornamente an ganz ungeeigneten Stellen in denselben grellen, das Auge verletzenden Farben als Vorbild genommen werden. Hier soll der Künstler durch sorgfältiges Studium des Alten das Schöne herausfinden und den heutigen Kunstanschauungen entsprechend weiter ausbilden.

Bei reichern Ausstattungen größerer Kirchen durch figuralen Schmuck ist die Mitwirkung des Architekten ebenfalls erforderlich, denn ihm steht ohne Zweifel ein Urteil darüber zu, an welcher Stelle und in welcher Ausdehnung figürlicher Wandschmuck mit guter Beleuchtung und in einer Anordnung ausgeführt werden kann, die sich in den Rahmen der architektonischen Umgebung ungestört einpaßt; in der Ausführung der Figuren selbst muß der Maler selbstverständlich freie Hand haben. Immerhin ist an dem Grundsatz festzuhalten, daß die bildnerischen Darstellungen zur Erbauung und zur Hebung der religiösen Stimmung der Gemeinde dienen sollen, und zu diesem Zweck an solchen Stellen anzubringen sind, wo sie gut gesehen und im einzelnen erkannt werden können; in Höhen über 10 m, in den Zwickeln der obern Arkadenfenster und in den Gewölbeecken ist dies aber ohne Fernglas nicht möglich. Aus rein praktischen Gründen sind deshalb feine Malereien in diesen und ähnlichen Stellen verfehlt. Leider wird aber der Wert der Ausschmückung und die „Schönheit der Kirche“ von den Auftraggebern nur zu häufig nach der Anzahl der Figuren bemessen und dementsprechend auch bei beschränkten Mitteln die Anforderung an den Kunstmaler gestellt. Auf diese Weise kann nur handwerksmäßige Schablonenarbeit zutage kommen, die keinen künstlerischen Wert hat, nicht zur Verschönerung beiträgt, sondern nur störend auf den Gesamteindruck des Innern und die Stimmung der Andächtigen einwirken muß.

Andrerseits liegen aber auch aus neuerer Zeit Fälle vor, in denen bei reichlichen Mitteln und guten künstlerischen Kräften eine Ueberladung der Wandflächen mit Figuren und Dekorationen entstanden ist, die den Eindruck einer vornehmen, monumentalen Behandlung nicht aufkommen läßt. Wenn z. B. in einer ältern Stadtkirche für die Malerarbeiten über 300 000 M. verausgabt und noch weitere 40 000 M. aus Sammlungen und Schenkungen aufgebracht, zu gleicher Verwendung bestimmt sind, so ist das nur dadurch möglich, daß für eine solche Ueberfülle von Darstellungen Wand- und Gewölbeflächen in Anspruch genommen werden müssen, an denen nur Mangel an Licht oder wegen zu großer Entfernung die Ausführungen vom Fußboden aus nicht mehr erkannt und gewürdigt werden können. Daß durch solche Ueberladungen der Wandflächen die einheitliche Ruhe nicht gefördert werden kann, daß sie den der Kirchenmalerei zugewiesenen Rahmen überschreiten und auf die architektonischen Linien störend wirken, ist leicht begreiflich.

Dem Vernehmen nach hat denn auch die kirchliche Aufsichtsbehörde in diesem Falle der weitern Ausdehnung der Malereien ihre Zustimmung versagt.

Für die malerische Ausstattung des Kircheninnern ist, wenn reichliche Mittel vorhanden sind, die Mosaikmalerei hervorragend geeignet. Sie hat den Vorzug, in kräftigen Umrissen und Farbentönen auch aus der Entfernung klar erkennbar zu sein, dazu die praktisch wertvolle Eigenschaft einer fast unbegrenzten Dauerhaftigkeit. Wenn man die Mosaiken in den alten Kirchen Italiens betrachtet, in der Palatinkapelle zu Palermo, in den Domen von Monreale und Kefalu, muß man staunen über den monumentalen ehrfurchtgebietenden Eindruck, den z. B. das

*) Siehe Anhang.

überlebensgroße Brustbild des Erlösers am Triumphbogen oder in der Chornische auf den Eintretenden schon in der Entfernung auszuüben vermag. Es wäre deshalb sehr zu wünschen, daß dieser echt monumentale Schmuck sowohl bei Ornamenten wie für Figuren in unsern Kirchen immer mehr Anwendung finden möge; Anfänge dazu sind in neuerer Zeit vereinzelt schon gemacht worden.

Auf gleicher Stufe mit den Wandmalereien nach Inhalt und Wirkung stehen die farbigen Glasfenster; sie haben gleich den Mosaiken den Vorzug des lebhaften Farbenglanzes und der unbeschränkten Dauer. Wie für die Ausführung der Wandmalereien mit Sorgfalt darauf zu achten ist, in welcher Weise die Beleuchtung wirkt, so muß bei den Glasmalereien in Stärke der Farben und Schattierungen darauf Rücksicht genommen werden, aus welcher Himmelsrichtung das Fenster sein Licht erhält. Die Glasmalkunst ist bekanntlich im Mittelalter zu hoher Blüte gelangt, später sehr vernachlässigt, in Verfall geraten und erst um die Mitte des vorigen Jahrhunderts wieder in Aufnahme gekommen. In dem Bestreben, die Schönheit der alten Vorbilder wieder zu gewinnen, hat man vielfach auch in der Komposition und der sonstigen Ausführung nur das Alte nachgeahmt, anstatt den Fortschritten der Technik entsprechend, auf weitere Ausbildung darauf bedacht zu sein, das übermäßig Bunte in der Gewandung der Figuren, die scharfen Gegensätze ganz verschiedener Farbentöne, die Ausdehnung der Bleiverglasung usw. sachgemäß einzuschränken. Die echte Glasmalerei verlangt überaus sorgfältige, schwierige, mühevolle Arbeit, und die damit verbundenen hohen Kosten sind Veranlassung gewesen, billigere Herstellungsweise durch Kaltmalerei einzuführen. Infolgedessen entstehen heute nicht selten minderwertige Glasmalereien, die derselben Beurteilung verfallen, wie die Wandmalereien in dem oben angeführten Gutachten der Kommission des Provinziallandtages.

Einen wesentlichen Gegenstand bei neuern Kirchenbauten bildet sodann die Ausstattung mit Gestühl, Kanzel, Altären usw., bei denen die Mitwirkung des Architekten ebenfalls erforderlich ist. Nicht selten werden aber bei kleinern Kirchen die Bänke dem Zimmermann überlassen, ohne die heute allgemein festgestellten Maße für Höhe und Breite zu beachten; die Altaraufsätze mit Ausschmückung derselben, Heiligenbilder, Kreuzwegstationen und sonstiger Schmuck wird mit Vorliebe aus den sogen. Kunstanstalten billigst bezogen, in denen derartige Gegenstände schablonenartig hergestellt und auf Lager gehalten werden. Bei dieser fabrikmäßigen Ausführung kann von Kunstleistung kaum die Rede sein, zumal wenn zu den Ornamenten Zinkguß, Gips oder Pappe verwendet und mit holzfarbenem oder buntem Anstrich überdeckt wird. Auch hier ist es Aufgabe des Architekten, die Bauherren über den Unwert derartiger Erzeugnisse aufzuklären und auf eine Ausführung in echtem Material nach Zeichnung zu dringen.

Wenn bei größern Kirchenbauten in Städten reichere Mittel zur Verfügung stehen, wird die Aufgabe des Architekten nicht selten dadurch erschwert, daß auch für diese Gegenstände sich Geschenkgeber einfinden, die ohne Kunstverständnis nach eignem Urteil die Geschenke kaufen oder in Auftrag geben.

Ein besonderes Gebiet nehmen bei der Ausstattung der Kirchen die Kleinkünste in Anspruch für Herstellung der Gefäße, Paramente, Decken, Fahnen u. dgl. Sollen diese Gegenstände eine ihrer Bestimmung und der Würde des Gotteshauses entsprechende Form und Zierde erhalten, so ist die Mitwirkung eines Kunstverständigen unerläßlich. Daß aber auf dem gesamten für die Ausstattung der Kirchen hochwichtigen Gebiete noch manches zu wünschen bleibt, haben die jüngsten Ausstellungen für christliche Kunst in Aachen und Düsseldorf gezeigt. Dieser Erkenntnis ist denn wohl auch der Entschluß zuzuschreiben, bei der Kunstakademie in Düsseldorf einen Lehrstuhl für Kirchenmalerei zu gründen.

Die Ergebnisse vorstehender Studien über neuere Kirchenbauten führen zu der Frage, ob begründete Aussicht vorhanden ist, daß auf diesem für Religion und Kultur hochwichtigen Gebiete menschlicher Tätigkeit die Kunst den ihr gebührenden Einfluß erhalten und dauernd geltend machen wird, und welche Wege einzuschlagen sind, um diese Forderung sicherzustellen.

Im allgemeinen ist für die kirchenbauliche Tätigkeit der eine Umstand als günstig zu bezeichnen, daß zurzeit im deutschen Volke ein lebhaftes Interesse sich geltend macht, für die Pflege alter und den Bau neuer Kirchen; dementsprechend ist auch die Neigung vorhanden, Mittel zu diesen Zwecken bereitzustellen. Der nicht selten ins Uebermäßige gesteigerte Schaffensdrang auf diesem Gebiet ist aber auch nicht ohne Einfluß darauf geblieben, daß bei manchen Reparaturen und Neubauten eine klare, auf Kunstverständnis beruhende Durchbildung außer acht gelassen wird. Im übrigen ist nicht zu verkennen, daß man in neuerer Zeit mehrfach bestrebt ist, die praktischen Bedürfnisse im Kirchenbau nach den Anforderungen der Neuzeit zu klären und der künstlerischen Tätigkeit des Architekten mehr Bedeutung beizulegen. Bei den Protestanten verfolgen die mehrerwähnten Kirchenkonferenzen diesen Zweck und es wäre wohl zu wünschen, daß für den katholischen Kirchenbau ähnliche Einrichtungen ins Leben gerufen würden. Derartige Besprechungen sind ohne Zweifel sehr geeignet, manche Anordnungen und Einrichtungen, die sich als zweckmäßig erwiesen haben, in weitern Kreisen bekannt und nutzbar zu machen. Auch würden sie eine engere Fühlung zwischen Geistlichkeit und Baumeister anbahnen, die in erster Linie als notwendig bezeichnet werden muß für eine gedeihliche Entwicklung des Kirchenbaues, sowohl nach der Seite der praktischen Einrichtungen wie der ästhetischen Ausgestaltung.

Der Erfolg einer derartigen Uebereinstimmung und des einheitlichen Wirkens beim Kirchenbau zeigen die oben erwähnten Ausführungen im Osten, bei denen der Staat als Bauherr in der Lage ist, die Uebereinstimmung zwischen der Geistlichkeit und dem Architekten herbeizuführen und eine einheitliche Behandlung der Bedürfnisfrage, der Geldmittel und der künstlerischen Ausführung sicherzustellen. Ist aber der Kirchenvorstand als Bauherr selbständig in der Beschaffung der Mittel und in der Ausführung, so ist es Pflicht der kirchlichen Aufsichtsbehörde dahin zu wirken, daß seitens der Auftraggeber keine eigenwilligen Anforderungen und Bedingungen gestellt werden, die mit dem künstlerischen Empfinden nicht in Einklang zu bringen sind.

Die protestantischen Kirchenkonferenzen haben die Wichtigkeit dieses gemeinsamen Wirkens mehrfach betont und Klage darüber geführt, daß ihre Theologen fast gar keine Kenntnis vom Kirchenbau hätten; es sei eine bedauerliche Tatsache, daß die überwiegende Mehrzahl die Sprache nicht verstehe, die das Gotteshaus redet, über die Gestaltung des Kirchenbaues Urteile fällen nach Gedanken, die ihnen hier und da zufällig angeflogen seien. Leider ist es in diesem Punkte mit der katholischen Geistlichkeit nicht viel besser bestellt, und dies ist um so mehr zu bedauern, als der katholische Geistliche in viel engerer Berührung mit seinem Gotteshause stehen muß, in dem sein Beruf ihn täglich walten läßt. Er hat also ganz besondere Veranlassung, sich mit der Geschichte, der Entstehung und Ausbildung dieser Wohnstätte des Allerhöchsten zu befassen und sich darüber zu unterrichten, wie ihre Einrichtung und Ausstattung echter Kunst entsprechend zu gestalten ist.

Die oben erwähnte Unkenntnis des Kirchenvorstandes hat aber vielfach eine traurige Vernachlässigung der

Kirchen zur Folge, Gleichgültigkeit gegen die durch das Alter geheiligten Gebäudeteile, verständnisloses Beseitigen alter kunstgerecht hergestellter Einrichtungsgegenstände und Geräte und Ersatz derselben durch bunte Dutzendware. Schon seit vielen Jahren, in der Mitte des vorigen Jahrhunderts, haben Kultusminister und geistliche Behörden wiederholt Verfügungen gegen diese pietätlose Behandlung der Kirchen erlassen, jedoch ohne durchgreifenden Erfolg, wie aus dem neuesten Erlaß des erzbischöflichen Generalvikariats von Köln an die Kirchenvorstände, vom 2. Dezember 1909, hervorgeht, der dieselbe Angelegenheit behandelt*).

Wenn aber nach diesen Erfahrungen das Verständnis für christliche Kunst bei den vorzugsweise dazu bestimmten Pflegern und beteiligten Kreisen so wenig Boden gefaßt hat, so ist es unvermeidlich, daß auch bei neuen Kirchen und deren Ausstattung, die aus diesen Kreisen in Auftrag gegeben werden, die echte Kunst nur ungenügend zu ihrem Rechte kommen kann. Eine Wendung zum Bessern wird unter diesen Umständen nur durch eine sachgemäße Unterrichtung des Geistlichen auf dem Gebiete des christlichen Kirchenbaues und seiner Ausstattung zu erzielen sein, die ihm in seiner Eigenschaft als Vorsitzender des Kirchenvorstandes die notwendige Würdigung der Kunst und die Ueberzeugung beibringt, daß bei allen Fragen der Erneuerung, Unterhaltung und Ausstattung der Kirchen, und erst recht bei Neubauten, der Architekt nicht allein bei der Ausführung des Rohbaues mitzuwirken hat, sondern auch mit seinem Kunstverständnis bei allen den innern Schmuck betreffenden Angelegenheiten.

Dieses Verständnis für kirchliche Kunst kann aber der Geistliche sich nur durch regelrechtes Studium während seiner theologischen Ausbildungszeit aneignen in besonders dazu eingerichteten Vorlesungen, die pflichtmäßig zu hören sind und deren Inhalt auch unter die Prüfungsgegenstände aufzunehmen ist. Etwas ganz Neues würde mit dieser Anordnung nicht einmal verlangt werden, da für die Liturgie ja die Kenntnis des Gotteshauses und seines Zubehörs erfoderlich ist; es würde nur darauf hinauskommen, diese Kenntnisse dem Bedürfnis entsprechend sachgemäß zu erweitern und zu vertiefen.

An der Universität zu Wien sind zu diesem Zweck neben andern Vorträgen über christliche Kunst auch Vorlesungen über „kirchliche Architektur" eingerichtet und in München solche über „Baukunst, Neubau und Restauration von Kirchen"; auf andern Universitäten würde dies bei gutem Willen ebenfalls möglich sein, auch ohne Vermehrung der Lehrkräfte.

Diese Vorlesungen können selbstverständlich nicht den Zweck haben, die jungen Theologen zu Kunstgelehrten auszubilden, sie sollen vielmehr einen Rahmen zur Einführung in das Gebiet des christlichen Kirchenbaues bieten, das Verständnis für künstlerisches Empfinden wecken und durch Bekanntgabe der einschlägigen Literatur zu weitern Studien während der spätern Amtstätigkeit eine anregende Grundlage geben. Man wird vielleicht einwenden, daß für diesen Lehrstoff in dem Studienplan der Theologen kein Raum mehr vorhanden ist. Wenn man aber in Erwägung zieht, welche Bedeutung das Gotteshaus für das religiöse Empfinden der Gemeinde hat und welchen Einfluß seine Herstellung und Ausstattung für das kulturelle Leben des ganzen Volkes auszuüben vermag, sowohl durch Förderung der christlichen Kunst wie auch durch Einwirkung guter Kunst auf Herz und Gemüt im Volksleben, so werden sich bei gutem Willen wohl Mittel und Wege finden, eine derartige Ausbildung für die Theologen zu ermöglichen. Im übrigen hat sich ohnedies das Bedürfnis geltend gemacht, die theologische Studienzeit zu verlängern. Auf der Breslauer Katholikenversammlung ist der

*) Siehe Anlage.

Gedanke angeregt worden, daß es dringend erwünscht sei, das Volk nach der literarisch-künstlerischen Seite ebenso zu schulen, wie seine Unterweisung in sozialen Fragen jetzt durch den Volksverein erfolge; das Volk soll lernen in Dichtung und Kunst von dem Falschen, Unrichtigen das Echte, Wahre zu unterscheiden und auf Herz und Gemüt veredelnd einwirken zu lassen. Zu diesem Zweck müßte aber das Gotteshaus bei den häufigen Besuchen desselben ein ausgezeichnetes Hilfsmittel sein, wenn sein Pfleger und Hüter es versteht, die Einrichtung und Ausstattung desselben mit Liebe und Verständnis für die christliche Kunst zu gestalten, denn die Eindrücke, die der Kirchenbesucher in religiöser Stimmung von Bild und Schmuck aus seiner Umgebung erhält, bleiben haften und sind besonders geeignet, seine Denkweise dauernd zu beeinflussen. Diese Ausschmückung der Kirche würde dann als Erläuterung dienen für mündliche Belehrungen, die dem Volke auf diesem Gebiete nach dem Vorgang der Vorträge im Volksverein zu geben wären; also ein weiterer Umstand von Bedeutung, der für eine sachgemäße Ausbildung der Theologen im christlichen Kirchenbau sprechen muß.

Bei den heutigen Kirchenbauten von einiger Bedeutung wird in der Regel zur Erlangung geeigneter Entwürfe der Weg des allgemeinen oder engern Wettbewerbs gewählt, und mit Recht. Denn der Wettbewerb ist besonders geeignet, die Schaffenskraft des Architekten anzuspannen und dem Auftraggeber ausgiebiges Material zur Auswahl zu liefern. Die erste Bedingung für einen erfolgreichen Wettbewerb ist die sachgemäße Aufstellung der Bedingungen, des Programms, bei dem die Mitwirkung eines im Kirchenbau erfahrenen Architekten erforderlich ist, damit unzweckmäßige Bedingungen und beschränkende Bestimmungen vermieden werden. Die wesentlichen Punkte eines Programms für den Wettbewerb sollen sein:

Feststellung der Größe der Kirche nach Maßgabe der Zahl der Besucher, Feststellung der Bausumme und Angabe der Lage des Bauplatzes mit Umgebung.

Wenn nicht besonders zwingende Gründe vorliegen, sollte man darüber hinaus keine Bedingungen in das Programm aufnehmen, namentlich nicht solche über die äußere Gestaltung, Zahl und Standort der Türme, ob Kuppel oder Dachreiter, aber erst recht nicht eine Stilform vorschreiben.

Was uns für den heutigen Kirchenbau nottut, ist vor allem Befreiung von der sklavischen Nachahmung früherer Stilformen schon aus dem Grunde, weil sie der Feind einer selbständigen schöpferischen Geistesarbeit ist. Die Bedürfnisfrage für eine christliche Kirche hat sich seit den ersten Zeiten des Christentums im wesentlichen nicht geändert: der Altar an bevorzugter Stelle, die Kanzel an einem für die Zuhörer geeigneten Punkte, kleinere Räume zur Spendung der Sakramente, ein Nebenraum für den Kirchendienst und ein großer Raum für die Gemeinde. Die Form und Herstellung dieser Räume hat aber im Laufe der Jahrhunderte durchgreifende Wandlungen erfahren infolge der Fortschritte der Technik und der Kultur mit ihrem Einfluß auf das künstlerische Volksempfinden. Dieser Einfluß spiegelt sich in den Haupttypen von der altchristlichen Basilika beginnend in den byzantinischen Zentralkirchen, den romanischen und gotischen Domen, durch Renaissance und Rokoko bis in die neueste Zeit als „Baustil" wieder. Die stärkste Einwirkung auf die Gestaltung der Gotteshäuser in Grundriß und Aufbau haben die Fortschritte in der Wölbekunst ausgeübt, die zunächst die Beseitigung der Balkendecke ermöglichte, später durch Auflösung der Mauermassen in Stützen und Füllwerk unter weitgespannten leichten Kreuzgewölben eine freiere Gestaltung des Kirchenraumes. Nun ist aber in jüngster Zeit ein neues Baumaterial, das Eisen, aufgetreten, das neben der bisherigen Inanspruchnahme des Baumaterials auf Druck- und Bruchfestigkeit, eine dritte

Eigenschaft, nämlich die Zugfestigkeit, ausnutzen läßt, ein Material, das in Verbindung mit Zement als Eisenbeton eine erhebliche Einschränkung der Baumassen und eine nahezu unbeschränkte freie Ueberdeckung großer Räume gestattet. Bei dem großen Einfluß, der aber in der Entwicklung der Kirchenbaukunst die Bewältigung der Baustoffe auf die stilistische Ausbildung gezeigt hat, ist mit Sicherheit anzunehmen, das dies auch bei dem neuen Baumittel der Fall sein und zu neuen Stilformen führen wird. Ein neuer Baustil kann aber nicht „erfunden oder gemacht“ werden, er muß vielmehr wachsen in engster Fühlung mit dem arbeitenden Volk und dem Volksempfinden, dessen Ausdruck er ja sein soll. Aus diesem Grunde muß dem Architekten Freiheit in der Wahl des Baustils gelassen werden, die sogar bis zur Mischung alter Bauformen ausgedehnt werden kann.

Immerhin muß der Architekt die ganze Entwicklung des Kirchenbaues beherrschen, und je mehr er in den Geist der Entwicklung eindringt, desto weniger wird er geneigt sein, in blinde Nachahmung alter Stilformen zu verfallen. Bei dem Studium der alten Monumente werden ja dem vorurteilsfreien Auge auch die Mängel der alten Bauweisen nicht verborgen bleiben. Trotz aller Würdigung des vollendeten gotischen Stils kann ja nicht in Abrede gestellt werden, daß namentlich in der künstlerischen Ausgestaltung manches einer freien Kritik nicht standhält. Wenn z. B. bei der Fensteranlage es vorkommt, daß ein solches senkrecht zerschnitten und nur halb ausgeführt wird, so kann diese Anordnung eine organische Lösung nicht genannt werden. Wenn ferner in den Domen aus der Blütezeit der Gotik der überreiche bildnerische Schmuck im Aeußern anstatt in kräftigen Umrissen mit peinlichster Steinarbeit bis in die höchsten Spitzen ausgeführt wird, so widerstreitet dies sowohl den künstlerischen wie den praktischen Anforderungen. Als erste Bedingung für ein Bildwerk mit festem Standort muß doch verlangt werden, daß es bei der Betrachtung mit normalem Auge erkannt und gewürdigt werden kann. Dies ist aber nicht möglich für Statuen und bildnerische Ornamente, die in Höhen von 30 m und mehr ausgeführt sind. Auch die Darstellung von Heiligenfiguren, übereinandergereiht und überhängend in den Hohlkehlen der Portale, entspricht nicht dem ästhetischen Empfinden, und man kann ebenfalls nicht behaupten, daß die feine, an sich wohl künstlerische Ausarbeitung von Kapitellen, Blattornamenten Krabben usw. an den Außenseiten geeignet und notwendig wäre, zur Charakterisierung des Stils und zur Hebung des Gesamteindrucks eines Domes. Abgesehen davon, daß diese feinen Arbeiten in den schwindelnden Höhen nicht gewürdigt werden können, haben sie den großen Nachteil, daß sie mit ihren scharfen Unterscheidungen und Vertiefungen durch Eindringen von Regen und Schnee den Witterungseinflüssen ausgesetzt sind, die auf ihre Zerstörung hinwirken und kostspielige Reparaturen veranlassen, wie sie zurzeit am Kölner Dom in großem Umfange vorgenommen werden müssen. Diese und andre Mißstände in den frühern Stilentwicklungen wird der heutige Architekt zu vermeiden haben. Für den Kirchenbauer ist aber das eingehende Studium der alten Denkmäler und namentlich die Kenntnis ihrer innern Entwicklung und Ausstattung im Anschluß an die Liturgie auch deshalb notwendig, um den Geist kennen zu lernen, der das Innere des Gotteshauses durchwehen und seine Ausstattung beleben soll, der weniger erfaßt als empfunden werden kann, der aber ohne Zweifel mitwirken muß, wenn ein Gotteshaus geschaffen werden soll, in dem der religiöse Gedanke zum Ausdruck kommt, das geeignet ist, der Gemeinde eine würdige, erhebende und zugleich bildende Kulturstätte zu bieten.

Als Schlußergebnis dieser Studien über neuere Kirchenbauten wird festzustellen sein, daß für eine gedeihliche Entwicklung auf diesem Gebiete zwei Hauptbedingungen sich geltend machen.

Zunächst muß der Bauherr und spätere Pfleger des Gotteshauses über Geschichte und Theorie des Kirchenbaues unterrichtet sein sowie über die künstlerische Ausgestaltung des Innern Kenntnisse besitzen, die ihn befähigen, die Anforderungen des Kirchendienstes und etwaige Sonderwünsche in Gemeinschaft mit dem Architekten zu erörtern und für die Ausführung klarzustellen. Insoweit derartige Arbeiten an alten Kirchen vorzunehmen sind, können die in neuerer Zeit kräftig geförderten Bestrebungen und Mitteilungen des Vereins für Denkmalspflege recht belehrend wirken.

Sodann ist für den auf diesem Gebiete schaffenden Architekten ein Sonderstudium des Kirchenbaues und seiner langen nahezu zweitausendjährigen Entwicklung eine unerläßliche Vorbedingung für seine künstlerische Tätigkeit. Dazu kommt, daß die Kultur der Neuzeit auch für die Kirche neue Anforderungen an freiere Raumgestaltung erzeugt hat, an bessere Beleuchtung, Heizung und Lüftung der von vielen Menschen besuchten Räume. Diesen vielseitigen Anforderungen wird der Kirchenbaumeister nur genügen können, wenn er den Schwerpunkt seines Schaffens diesem Zweige zuwendet, in ähnlicher Weise wie für andre Baugruppen der Neuzeit, für Theater und Konzertsäle, für Krankenhäuser usw., sich Sonderarchitekten ausgebildet haben.

Wenn unter diesen Vorbedingungen alle Beteiligten: der Auftraggeber, der Architekt und der Kritiker sich bemühen, unter Vermeidung aller künstlichen Vorbildungen die Grundprinzipien der „Wahrheit und Klarheit“ im Kirchenbau zur Geltung zu bringen, werden wir auch der Entwicklung eines neuen Baustils mit Vertrauen entgegensehen können.

Anhang.

Erlaß des Erzbischofs von Köln

vom 24. Mai 1903.

I.

Nachdem der Erlaß sich gegen die übermäßigen Aufwendungen für die Wohnungen der Geistlichen gewendet, heißt es weiter:

Ich finde mich des weitern veranlaßt, darauf aufmerksam zu machen, daß auch bei Kirchenbauten sowie bei Ausstattung von Kirchen das rechte Maß eingehalten werde. Ich kann es nicht billigen, daß Kirchen, die nur mit fremder Beihilfe, etwa durch Inanspruchnahme einer Kirchen- und Hauskollekte, zustande kommen konnten, in reichster künstlerischer Formentfaltung aufgebaut oder auch im Innern, in Altären, Kanzel, Kommunionbank, Bildern, Paramenten, heiligen Gefäßen so kostbar und reichlich ausgestattet werden, wie es sonst nur recht wohlhabende Gemeinden zu bieten in der Lage sind. Gewiß soll das Haus Gottes, auch das für die Aermern und Armen bestimmte, würdig hergerichtet und ausgestattet werden. Allein eine würdige Ausstattung schließt die unter solchen Verhältnissen gebotene Einfachheit nicht aus. Ich billige es selbst nicht, wenn in bessergestellten Gemeinden für die innere Ausstattung der Kirche gar zu große Aufwendungen gemacht werden. Wohl ist es wahr, daß für den Dienst Gottes und zumal für die Verherrlichung des im Tabernakel thronenden, auf unsern Altären sich für uns aufopfernden Herrn und Heilandes an und für sich nichts zu kostbar ist. Allein es blutet mir das Herz, und ich meine, ich rede damit aus dem Herzen unsers Herrn selber, wenn ich sehe, wie hier und da für ein einzelnes kirchliches Gerätstück, etwa eine Kommunionbank, Summen verwendet werden, mit denen man fast eine kleine Kirche bauen könnte.

II.

Zur Frage der modernen Kirchenmalerei ist der rheinischen Provinzialverwaltung von einer besondern Sachverständigenkommission folgendes höchst bemerkenswerte Gutachten zugegangen:

Die von der Provinzialkommission für die Denkmalspflege in der Rheinprovinz vor vier Jahren zur Prüfung und Begutachtung der Wiederherstellung älterer Wandmalereien und der neuern Ausschmückungen historischer Kirchen eingesetzte Subkommission hat, nachdem sie wiederholt Gelegenheit gehabt, die letzten Versuche auf diesem Gebiete zu besichtigen und sich über die leitenden Grundsätze dieser Ausmalungen auszutauschen, es als dringend erwünscht erklärt, daß durch das Zusammenwirken aller Faktoren, durch gemeinsame Tätigkeit der kirchlichen und staatlichen Behörden, durch das Eintreten der Künstler wie der Kunstfreunde und das Anrufen der Oeffentlichkeit eine Besserung der auf diesem Gebiete herrschenden bedenklichen Zustände angestrebt werde.

Im allgemeinen dürfte in den letzten zwanzig Jahren auf dem Gebiete der malerischen Ausschmückung unsrer Kirchen hinsichtlich der figürlichen Partien eher eine Verschlechterung als eine Besserung der Leistungen eingetreten sein. Das eigentlich künstlerische Niveau der Ausführungen ist seit den Zeiten, in denen Essenwein und andre die rheinischen Kirchen ausmalten, sicherlich beträchtlich gesunken. Bis vor einem Vierteljahrhundert sind in den rheinischen Kirchen figürliche Malereien verhältnismäßig selten, zumeist nur in hervorragenden alten Kirchen, und dann unter Aufbietung bedeutender Mittel zur Ausführung gekommen. Erst in den beiden letzten Jahrzehnten hat sich das Bestreben rasch verbreitet, möglichst überall, namentlich bei neuentstandenen kirchlichen Anlagen, auch reichen figürlichen Schmuck anzuwenden, und hierfür sind in der Regel, aber nicht immer, weil die zur Verfügung stehenden Mittel sehr gering waren, unzulängliche, weil nur handwerksmäßig geschulte Kräfte herangezogen worden. Die Ausmalung selbst von Monumenten ersten Ranges ist dabei vielfach untergeordneten künstlerisch und vor allem zeichnerisch ungenügend vorgebildeten Kräften in die Hände gefallen, die gar nicht imstande sind, mit wirklichem Verständnis für die besondern Bedingungen eines historischen Denkmals eine malerische Ausschmückung im Anschluß an den architektonischen Rahmen durchzuführen. Die wirklichen Künstler auf dem Gebiete der kirchlichen Monumentalmalerei, deren Zahl freilich sehr gering ist, bemühen sich oft vergeblich, hier zu Worte zu kommen. Es kann nicht einmal immer zugunsten solcher handwerksmäßigen Ausführungen eingewendet werden, daß sie nur geringe Mittel verlangen, und daß diese Kirchen nicht imstande wären, bessere künstlerische Kräfte heranzuziehen. In nicht wenigen Fällen sind auch bedeutende kirchliche Mittel verwendet worden, ohne daß wirklich etwas diesen Ausgaben Entsprechendes dafür geschaffen worden ist, das der Gemeinde zum dauernden Ruhme, zur Freude und Genugtuung gereichte.

Als ein besonderer Mangel muß vor allem bei vielen dieser mißlungenen Ausmalungen angesehen werden das Fehlen eines klaren dekorativen Gedankens, von Anfang an der Mangel eines koloristischen Systems. Diese neuern Ausmalungen geben, im unverstandenen Wettbewerb, gewöhnlich viel zu viel, ordnen sich nicht der Architektur unter, suchen nicht die architektonischen Glieder selbst zu betonen und herauszuheben, sondern bringen durch willkürliches Zerkleinern und Aufteilen der Flächen, durch Zerreißen der Gliederung nur eine große Unruhe in die architektonische Ordnung. Ebenso fehlt vielfach das Gefühl für die Notwendigkeit einer leitenden Farbe, die durch das ganze System durchgeht, und damit der Sinn für einfache und große Farbenakkorde, obgleich in dieser Hinsicht in den letzten Jahren eine Besserung stellenweise nicht zu verkennen ist. Das Beste ist in diesen Ausmalungen noch im rein Ornamentalen geleistet. Es muß ohne weiteres anerkannt werden, daß auf diesem Gebiete zumal im Anschluß an die neuaufgedeckten Systeme von mittelalterlichen Ausmalungen rheinischer Kirchen, im letzten Jahrzehnt von rheinischen Künstlern manches Tüchtige und Vortreffliche geschaffen worden ist, und daß die Gesamtleistung auf diesem Gebiete heute besser ist als ein Vierteljahrhundert vorher. Aber auch hier sind in nicht wenigen Fällen die Ornamentmotive ohne Verständnis für ihren richtigen Platz verwendet, horizontale Friese sind an senkrechten Gliedern angebracht, Motive, die für die Einrahmung des großen Triumphbogens erfunden sind, haben an niedrigen Wandblenden Verwendung gefunden. Die gesamte farbige Stimmung ist dazu nicht selten eine beleidigend bunte und harte, in der die grellen Töne unvermittelt nebeneinander stehen.

Am bedenklichsten steht es mit den figürlichen Darstellungen. In rein äußerlicher Nachahmung der alten Stilformen ohne Verständnis für deren innere Bedingtheit und Notwendigkeit sind hier in einer nicht geringen Reihe unsrer Kirchen Figuren angebracht worden, Einzelfiguren wie ganze Szenen und Zyklen, die in künstlerischer Roheit und Ausdruckslosigkeit einen bedenklichen Tiefstand des künstlerischen Könnens zeigen und die ohne Gefühl für die monumentale Wirkung, für Größe und Wucht der Umrisse und für gleichmäßige Raum- und Flächenausfüllung durchgeführt sind. Diese Figuren können unmöglich erbaulich wirken; sie werden den unbefangenen Laien leicht abstoßen, wie sie das künstlerisch gebildete Auge verletzen; sie sind aber vor allem geeignet, den Ruf der öffentlichen Kunstübung in den Rheinlanden vor dem Inland wie vor dem Forum des Auslandes in ärgerlicher Weise bloßzustellen und dauernd zu schädigen, obwohl es allerdings auch im Ausland und in den Nachbarprovinzen an mißglückten Ausmalungen hervorragender alter Kirchen durchaus nicht fehlt. Eine gesunde Weiterbildung der monumentalen kirchlichen Malerei kann unmöglich aus dieser unkünstlerisch befangenen Uebung und aus diesem vielleicht beabsichtigten, aber nicht einmal erreichten unbedingten Anschluß an ungenügend verstandene Vorbilder hervorgehen. Die Ausschmückung unsrer Kirchen erfordert das beste künstlerische Können der Zeit, die besten und erlesensten Kräfte und die besten, kräftigsten, auf Empfindung beruhenden und zum Herzen sprechenden künstlerischen Mittel. Es ist ebenso bedenklich für unsre Kirchen, wenn sie sich der großen lebendigen Kunst versagen und sich dafür mit einem Surrogat begnügen, wie für unsre lebendige Kunst, wenn ihr die Betätigung auf dem Gebiete der kirchlichen Monumentalmalerei nicht recht verstattet wird. Diese ganze Frage ist deshalb von hohem Interesse auch für weitere Kreise, so daß sie gewiß auch vor das Forum der Oeffentlichkeit gehört.

Es ist ein unsinniges und unmögliches Verlangen, für einen oft lächerlich geringen Preis einen ausgedehnten Figurenschmuck zu beanspruchen. Für etwas Schlechtes aber ist selbst der geringste Preis zu hoch. Der Würde der Kirche dürfte es in jedem Falle mehr entsprechen, wenn an Stelle der überladenen, mit unzulänglichen Mitteln geschaffenen figürlichen Ausmalung eine maßvolle, weise überlegte Dekoration in dem ganzen Raum durchgeführt würde mit einfacher, aber kraftvoller Betonung der architektonischen Glieder, wenn der figürliche Schmuck ganz unterbleiben oder auf wenige hervorragende Stellen beschränkt würde, und wenn auf diese vor allem die zur Verfügung stehenden Mittel konzentriert werden könnten. Die Forderung, die in jedem Falle zu stellen ist, würde

die sein: mehr künstlerische Kräfte an Stelle der handwerksmäßigen heranzuziehen. Wo solche wirklich künstlerischen Kräfte aber nicht zur Verfügung stehen, oder wo die verfügbaren Mittel für eine wirklich künstlerische und bedeutende Leistung nicht ausreichen, lieber ein weises Sichbescheiden und Abwarten. Die durch die Würde des Raumes sich von selbst ergebende Forderung, daß die Wandflächen sauber und rein erscheinen, wird dadurch in nichts geschmälert. Der heranwachsenden Generationen der kirchlichen Maler würde man eine sorgfältigere künstlerische und vor allem zeichnerische Schulung angedeihen lassen müssen. Es würde den begabten und bereitwilligen Kunstschülern und jungen Dekorationsmalern, die speziell in der Kirchenmalerei ihr Ideal erblicken, die Möglichkeit zu geben sein, in höherm Maße als bisher sich auf dem Gebiete der ornamentalen Dekoration und zumal in einer dem monumentalen Stile entsprechenden Behandlung des Figürlichen auszubilden.

Als Sachverständige zeichnen: Hofrat Professor C. Aldenhoven, Direktor des Museums Wallraf-Richartz, Köln; Professor Dr. P. Clemen, Provinzialkonservator der Rheinprovinz, Bonn; Professor H. Frentzen, Aachen; Professor P. Janssen, Direktor der Königlichen Kunstakademie, Düsseldorf; Professor Adolf Schill, Düsseldorf; Domkapitular Professor Dr. A. Schnütgen, Köln.

III.

Veräußerung kirchlicher Ausstattungsgegenstände. In Nr. 24 des Kirchlichen Anzeigers für die Erzdiözese Köln findet sich der nachstehende Erlaß des Erzbischöflichen Generalvikariates vom 2. Dezember 1909:

Mit Rücksicht auf neuerdings, freilich nicht in unserm Erzbistume, seitens kirchlicher Verwaltungsorgane ohne vorherige kirchliche und staatliche Genehmigung zum großen Schaden der betreffenden Pfarrgemeinden vorgenommenen Veräußerungen kirchlicher Kunstgegenstände sehen wir uns veranlaßt, unter Bezugnahme auf unsre Verfügung vom 2. Juli d. J. (Kirchlicher Anzeiger 1909, S. 92) darauf aufmerksam zu machen, daß gewählte Mitglieder eines Kirchenvorstandes, welche ohne zuvorige erzbischöfliche und staatliche Genehmigung an der Veräußerung eines kirchlichen Ausstattungsgegenstandes, der geschichtlichen, wissenschaftlichen oder Kunstwert hat, mitwirken, sich einer Pflichtwidrigkeit schuldig machen und nach § 37 des Gesetzes vom 20. Juni 1875 unter Entziehung des Wahlrechts entlassen werden können. Der Vorsitzende und die Mitglieder eines Kirchenvorstandes machen sich ferner der von ihnen vertretenen Kirchengemeinde gegenüber durch ihr pflichtwidriges Verhalten zivilrechtlich haftbar und können für die der Kirchengemeinde durch ihre Handlungsweise entstehenden vermögensrechtlichen Nachteile verantwortlich gemacht werden.

Der Kugelträger.

Von Baurat Adolf Francke in Alfeld a. d. Leine.

A. *Die Differentialgleichung der elastischen Biegung eines in bezug auf eine lotrechte Achse symmetrischen Flächenträgers.*

Wir denken uns den Flächenträger erzeugt durch Drehung einer Leitlinie s um eine Symmetrieachse OO_1, Abb. 1, und setzen auch bezüglich der Beanspruchung und Belastung vollkommene Symmetrie in bezug auf diese Achse OO_1 voraus.

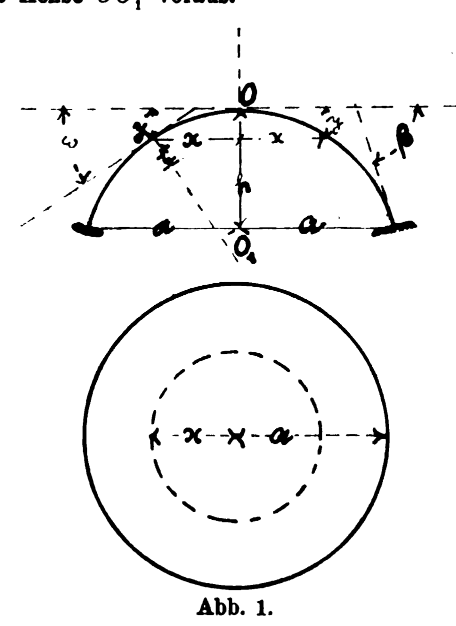


Abb. 1.

Für das in Richtung der Bogenlinie s, also in einer durch OO_1 gehenden Ebene auf die Streckeneinheit wirkende innere Biegungsmoment m gilt die Gleichung $m = EJ\frac{d^2z}{ds^2}$, wo also $J = \frac{f^3}{12}$ das Trägheitsmoment der Streckeneinheit, f die Dicke der Tragfläche bedeutet.

Für ein senkrecht zur Leitlinie s auf die Streckeneinheit wirkendes inneres Biegungsmoment, Ringmoment n, erhalten wir den Ausdruck:

$$n = EJ\left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{b}\right),$$

wo b den betreffenden Krümmungshalbmesser im ursprünglichen unverbogenen, ρ den Krümmungshalbmesser im elastisch verbogenen Zustande bedeutet. Die Werte b, ρ sind nicht verschieden von den Seitenlängen des im Ringe $2\pi x$ von den Normalen der Fläche gebildeten Kreiskegels.

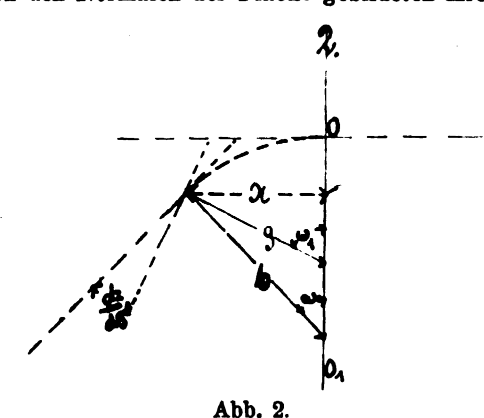


Abb. 2.

Wir erhalten mithin (Abb. 2) die Gleichungen:

$$b = \frac{x}{\sin\omega}, \quad \rho = \frac{x}{\sin\omega_1}, \quad \omega_1 = \omega + \frac{dz}{ds}.$$

Daraus folgt für verschwindende kleine elastische Werte $\frac{dz}{ds}$:

$$\frac{b}{\rho} = \frac{\sin\omega_1}{\sin\omega} = \frac{\frac{dz}{ds}\cos\omega + \sin\omega}{\sin\omega};$$

$$\frac{1}{\rho} - \frac{1}{b} = \frac{dz}{ds}\cdot\frac{\cos\omega}{x}; \quad n = EJ\frac{dz}{ds}\cdot\frac{\cos\omega}{x}.$$

Wir schneiden nun (Abb. 3) den Träger durch zwei lotrechte Ebenen OA, welche den sehr kleinen Winkel α miteinander bilden, und betrachten von dem herausgeschnittenen im Grundriß dreieckigen Flächenträger ein Flächenteilchen von der Länge ds und der Breite αx.

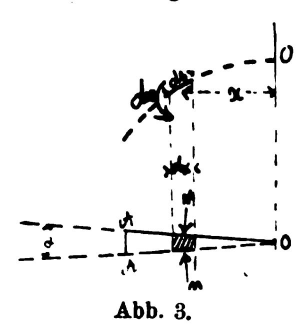


Abb. 3.

Die Ebenen der Ringmomente n bilden den Winkel $90^0 - \frac{\alpha}{2}$ mit der Achse ds dieses Flächenteilchens.

Bezeichnen wir mit $\alpha x dA$ den meist aus dem Kräftebilde zu entnehmenden, unvermittelt als statisches Moment durch die äußere Belastung hervorgerufenen Momentenzuwachs, welcher auf die Breitenausdehnung αx entfällt, so entspricht demselben die Aenderung des innern Biegungsmomentes nach der Gleichung:

$$\frac{d[\alpha x m]}{ds} - 2\sin\frac{\alpha}{2}\cdot n = \frac{\alpha x dA}{ds}$$

oder da $2\sin\frac{\alpha}{2} = \alpha$ ist, nach der Gleichung:

$$d[xm] - nds = xdA,$$

oder anders geschrieben:

$$\text{I.} \qquad d\left[xEJ\frac{d^2z}{ds^2}\right] - \frac{\cos\omega\, EJdz}{x} = xdA.$$

Diese Gleichung kann, indem der Wert dA je nach dem vorliegenden Falle der Belastung darzustellen ist, aufgefaßt werden als allgemeine Differentialgleichung der elastischen Biegung z des Flächenträgers und der Gestaltung der innern Biegungsmomente.

Für q als lotrechte, H als wagerechte innere Kraft auf die Streckeneinheit kann man also schreiben:

$$d[xm] - nds = x[qdx - Hdy].$$

Für die Entwicklung der innern Ringkraft R des Flächenträgers gilt stets der aus Anschauen der Abb. 3 folgende statische Zwang:

$$d[xH] = Rds$$

oder $$Hdx + xdH = Rds;\quad H + x\frac{dH}{dx} = \frac{R}{\cos\omega};$$

$$R = H\cos\omega + x\cdot\frac{dH}{ds}.$$

Ist mithin H unverändert, so ist $R = H\cos\omega$. Wir wenden im folgenden die Gesetze der einfachen Biegung an, ermitteln die Kräfteverteilung also auf Grund der einfachen Bedingung $\int zd\omega = 0$.

Dieses ist die mathematisch genaue Form für den idealen Fall unendlich starrer Körper.

Betrachtet man einen gewölbten Träger mit unverschiebbaren Widerlagern, so gilt — indem die ursprüngliche Bogenlänge, Gewölbefläche, etwas Gegebenes ist — die Bestimmungsgleichung $\pm\Delta + \int zd\omega = 0$, wobei Δ der elastischen Zusammenpressung entspricht. Eine etwa nachträglich anzustellende zweite genauere Rechnung erhält man, indem man die Kräfte an den elastisch verschobenen Träger spielen läßt, also der Berechnung die entsprechende um z_0 niedrigere Bogenlinie zugrunde legt, wobei der Wert Δ verschwindet, indem die Kräfte an den tatsächlich vorhandenen, elastisch zusammengeschobenen Träger wirken. Also ist für $E = \infty$ die Bedingung $\int zd\omega = 0$.

Zum gleichen Ergebnis gelangt man, wenn man das elastische Zusammenschieben eines Trägers durch Lasten und die entsprechenden End- und Widerlagerkräfte frei im Raume anschaut.

Noch empfindlicher wie beim ebenen Bogen ist die tatsächlich zustande kommende an und für sich unendlich verschieden mögliche Kräfteverteilung im Flächengewölbe abhängig von der Art und Weise des Zustandekommens dieses Flächenträgers im Einzelfalle, also insbesondere auch von Bauart und Montierung.

Unsre Betrachtungen und Formeln beziehen sich zunächst auf den bestimmten, unzweideutigen Fall der vor Aufbringen oder Wirken jeder Last fertigen, festgeschlossenen, homogenen und spannungslosen Schale von unveränderlicher Wandstärke und von hinreichender, unendlich großer Starrheit bei kleiner, verschwindender Pfeilhöhe.

B. Die flachgewölbte Kugelschale.

Im unendlichflachen Träger hat die lotrechte Belastung p keinen Einfluß auf die elastische Zusammenpressung Δ, weil ein Mal p verschwindend klein wird gegen H und zweitens $\sin\omega$ eine verschwindende Zahl wird. Die Kugelschale preßt sich unter der Wirkung der Kräfte H, $R = H\cos\omega \equiv H$ gleichmäßig zusammen.

Lediglich der übersichtlichen Rechnung zuliebe behandlen wir die Biegungswirkung der Kräfte H, P je für sich gesondert.

1. Der Zustand des wagerechten Schubes H.

Für denselben, Abb. 4, gilt die Biegungsgleichung:

$$d\left[xEJ\frac{d^2z}{ds^2}\right] - \frac{\cos\omega\, EJdz}{x} = -xHdy.$$

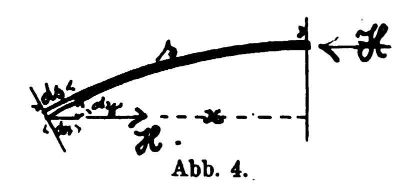


Abb. 4.

Betrachten wir nun eine Leitlinie der Gleichung $x^2 = 2ry$, $\frac{x^2}{a^2} = \frac{y}{h}$, $a^2 = 2rh$, so erhalten wir nach Teilung durch dx die Gleichung:

$$\frac{d\left[xEJ\frac{d^2z}{ds^2}\right]}{dx} - \frac{\cos\omega}{x}EJ\frac{dz}{dx} = -Hx\frac{dy}{dx} = -\frac{Hx^2}{r}$$

und ist diese Gleichung für Parabelwölbung mathematisch genau für beliebige Pfeilhöhe, für die Kreiskugel nur bei verschwindendem h.

Setzen wir aber h genügend klein voraus, dann ist $ds \equiv dx$, $\cos\omega \equiv 1$ und wir erhalten:

$$EJ\left\{x\frac{d^3z}{dx^3} + \frac{d^2z}{dx^2} - \frac{dz}{xdx}\right\} = -\frac{Hx^2}{r}$$

mit der allgemeinen Integrallösung:

$$\frac{EJ}{H}z = C_1 + C_2x^2 + C_3\,\text{lognat}\,x - \frac{x^4}{32r},$$

in welcher $C_3 = 0$ zu setzen ist, weil z_0 nicht ∞ wird.

Also gilt die Gleichung:

$$\frac{EJ}{H}z = C_1 + m_0\frac{x^2}{2} - \frac{x^4}{32r},$$

wobei $m_0 = n_0$ das innere Biegungsmoment im Scheitel für $H = 1$ bedeutet.

Bei freier Drehbarkeit für $x = a$ am Rande ist $m_0 = \frac{3a^2}{8r} = \frac{3h}{4}$ und die innern Biegungsmomente verlaufen nach den Gleichungen:

$$m = \frac{3(a^2 - x^2)}{8r} = \frac{3(h-y)}{4};\quad n = \frac{3a^2 - x^2}{8r} = \frac{3h - y}{4},$$

wenn man für das Ringmoment $n = \frac{\cos\omega\, EJ\, dz}{x\, ds}$ den für ∞ flache Wölbung allgemeingültigen Wert $n = \frac{EJ\, dz}{x\, dx}$ setzt, überhaupt zunächst die für diesen einfachsten Fall verschwindender Pfeilhöhe unverbrüchlich und einwandfrei gültigen Formeln und Gleichungen bestimmt.

Die zur elastischen Biegung z gehörige Aenderung der Bogenlänge $w = \int z\, d\omega$ wird für genügend flache Wölbung, also für $\sin\omega \equiv \omega \equiv \operatorname{tang}\omega \equiv \frac{x}{r}$, $d\omega = \frac{dx}{r}$ berechnet nach der Gleichung $w = \int \frac{z\, dx}{r}$.

Also wird für eine völlig freie Schale, wenn wir den Scheitelpunkt O als unverrückbar, undrehbar eingemauert betrachten, Abb. 5, die Verbiegung dargestellt durch die Gleichung: $EJz = \frac{H}{r}\left\{\frac{3a^2x^2}{16} - \frac{x^4}{32}\right\}$.

Ist die Lagerfläche unverschieblich, das Trägerende frei drehbar, dann gilt die Gleichung:

$$\frac{rEJz}{H} = \frac{3a^2x^2}{16} - \frac{x^4}{32} - \frac{5a^4}{32};$$

$$\frac{r^2EJw}{H} = \frac{a^2x^3}{16} - \frac{x^5}{160} - \frac{5a^4x}{32},$$

woraus für $x = a$ und $H = 1$ der Wert folgt:

$$EJw = -\frac{a^5}{10r^2} = -\frac{2h^2a}{5}.$$

Ist das Trägerende unverschieblich und undrehbar, dann gilt die Gleichung:

$$\frac{rEJz}{H} = \frac{a^2x^2}{16} - \frac{x^4}{32} - \frac{a^4}{32} = -\frac{(a^2-x^2)^2}{32};$$

$$\frac{r^2EJw}{H} = \frac{a^2x^3}{48} - \frac{x^5}{160} - \frac{a^4x}{32},$$

woraus für $x = a$ und $H = 1$ folgt:

$$EJw = -\frac{a^5}{60r^2} = -\frac{h^2a}{15}.$$

Ist das Trägerende unverschieblich, jedoch elastisch drehbar, entsprechen sich hierbei Kämpfermoment und Drehung nach dem Werte: $\frac{dz}{dx} = -\lambda a\frac{d^2z}{dx^2}$ dann gilt die Gleichung:

$$\frac{rEJz}{H} = \frac{(1+3\lambda)}{(1+\lambda)}\left\{\frac{a^2x^2-a^4}{16}\right\} + \frac{a^4-x^4}{32},$$

wobei $\lambda = 0$ die Undrehbarkeit, $\lambda = \infty$ die freie Drehbarkeit darstellt, und wir erhalten:

$$\frac{r^2EJw}{H} = \left(\frac{1+3\lambda}{1+\lambda}\right)\left(\frac{a^2x^3}{48} - \frac{a^4x}{16}\right) + \frac{a^4x}{32} - \frac{x^5}{160};$$

$$EJw = -\frac{ah^2}{15}\left(\frac{1+6\lambda}{1+\lambda}\right).$$

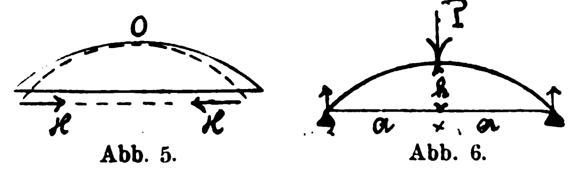


Abb. 5. Abb. 6.

2. Einzelbelastung im Scheitel.

Für Einzellast P im Scheitel ergibt sich, unter der Voraussetzung $H = 0$, die elastische Verbiegung:

$$EJ\left\{x\frac{d^3z}{dx^3} + \frac{d^2z}{dx^2} - \frac{dz}{x\,dx}\right\} = \frac{P}{2\pi}$$

mit dem Integral: $EJz = B_1 + B_2x^2 + \frac{Px^2 \ln x}{8\pi}$

und nach dieser Gleichung wird sich, Abb. 6, wenn das Widerlager nur lotrechten Widerstand zu leisten vermag, die vorausgesetzte flache Schale verbiegen. Im Angriffspunkt der Einzellast P ergeben sich unbegrenzt anwachsende Biegungsmomente. Dieses Rechnungsergebnis ist nicht auffällig, vielmehr naturnotwendig. Denn in Wirklichkeit kann niemals eine Punktlast im mathematischen Sinne erscheinen, weil dieselbe in den ∞ kleinen Umkreisen ihres Angriffspunktes ∞ große Schubbeanspruchung hervorruft und schon aus diesem Grunde den Träger an der Angriffsstelle vernichtete. Es muß also stets ein endlicher, wenn auch kleiner Wirkungskreis e für den Angriff der Einzellast P vorhanden sein und nur bis zu dieser Grenze e darf man derartige auf Punkteinzellast bezogene Gleichungen anwenden, wie wir etwas weiter unten bei Betrachtung von Ringbelastung und gleichmäßig verteilter Scheitelbelastung näher darlegen.

Für den Fall eines elastisch drehbaren unverschieblichen Auflagers ergibt sich die Gleichung:

$$\frac{\pi rEJw}{P} = \left(\frac{a^2x}{16} - \frac{x^3}{48}\right)\left(\frac{1+3\lambda}{1+\lambda}\right) + \frac{x^3 \ln\cdot\frac{x}{a}}{24} - \frac{x^3}{72};$$

$$EJw = \frac{ha}{18\pi}\cdot\left\{\frac{1+4\lambda}{1+\lambda}\right\};$$

$$\frac{\pi EJz}{P} = \left(\frac{a^2-x^2}{16}\right)\left(\frac{1+3\lambda}{1+\lambda}\right) + \frac{x^2 \ln\frac{x}{a}}{8};$$

$$\frac{\pi EJ\,dz}{P\;dx} = -\frac{x\lambda}{4(1+\lambda)} + \frac{x \ln\cdot\frac{x}{a}}{4};\; n = -\frac{\left(\frac{\lambda}{1+\lambda} + \ln\frac{a}{x}\right)}{4};$$

$$\frac{\pi EJ}{P}\frac{d^2z}{dx^2} = \frac{1}{4(1+\lambda)} + \frac{\ln\frac{x}{a}}{4}; \qquad m = \frac{\frac{1}{1+\lambda} - \ln\frac{a}{x}}{4}.$$

Weil dem Werte $H = 1$ der Wert $w = -\frac{ah^2}{15}\left(\frac{1+6\lambda}{1+\lambda}\right)$ entspricht, so erzeugt die Einzellast P den Bogenschub:

$$H = \frac{5}{6\pi}\left(\frac{1+4\lambda}{1+6\lambda}\right)\cdot\frac{P}{h}.$$

Für freie Drehbarkeit des Auflagers, $\lambda = \infty$, erhalten wir daher $H = \frac{5P}{9\pi h}$, und indem dieser Schub H die Momente hervorruft $m = \frac{3(a^2-x^2)}{8r}H$; $n = \frac{(3a^2-x^2)}{8r}H$, so erzeugt die Einzellast P die Gesamtmomente:

$$\frac{m}{P} = \frac{5}{12\pi}\left(\frac{a^2-x^2}{a^2}\right) - \frac{\ln\frac{a}{x}}{4\pi};$$

$$\frac{n}{P} = \frac{5}{36\pi}\cdot\left(\frac{3a^2-x^2}{a^2}\right) - \frac{\left(1 + \ln\frac{a}{x}\right)}{4\pi}.$$

Bei Undrehbarkeit des Auflagers, $\lambda = 0$, erzeugt P den Schub $H = \frac{5P}{6\pi h}$, und weil H in diesem Falle die Momente hervorruft $m = \frac{(a^2-3x^2)}{8r}H$; $n = \frac{(a^2-x^2)}{8r}H$, so erhalten die gesamten von P hervorgerufenen Biegungsmomente den Wert:

$$\frac{m}{P} = \frac{5}{24\pi}\left(\frac{a^2-3x^2}{a^2}\right) + \frac{1-\ln\frac{a}{x}}{4\pi},$$

$$\frac{n}{P} = \frac{5}{24\pi}\cdot\left(\frac{a^2-x^2}{a^2}\right) - \frac{\ln\frac{a}{x}}{4\pi}.$$

3. Ringbelastung.

Ist, Abb. 7, die lotrechte Gesamtlast P gleichmäßig über den Ring $2c\pi$ verteilt, so gilt von $x = 0$ bis $x = c$ die Differentialgleichung:

$$1)\qquad EJ\left(x\frac{d^3z}{dx^3} + \frac{d^2z}{dx^2} - \frac{dz}{x\,dx}\right) = 0$$

mit der Integrallösung $EJz = EJz_0 + m_0\frac{x^2}{2}$, während auf der Kämpferstrecke von $x = c$ bis $x = a$ die Gleichungen gelten:

$$2)\qquad EJ\left\{x\frac{d^3z}{dx^3} + \frac{d^2z}{dx^2} - \frac{dz}{x\,dx}\right\} = \frac{P}{2\pi},$$

$$\frac{\pi EJz}{P} = C + C_1x^2 + C_2\,ln\,x + \frac{x^2\,ln\,x}{8}.$$

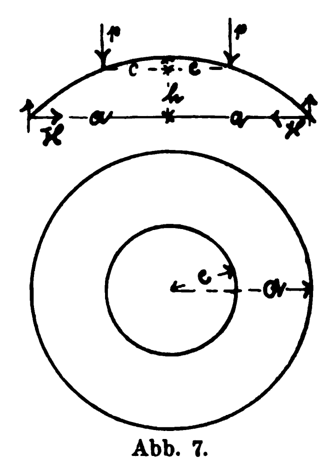


Abb. 7.

Für den Fall der Unverschieblichkeit aber freien Drehung des Auflagers ergeben sich die Gleichungen:

1. Für die Scheitelstrecke

$$\frac{\pi rEJw}{P} = \frac{x}{16}\left\{3a^2 - 3c^2 + 2c^2\,ln\cdot\frac{c}{a}\right\} + \frac{x^3}{48}\left\{\frac{c^2}{a^2} - 1 + 2\,ln\cdot\frac{c}{a}\right\},$$

$$\frac{\pi rEJw}{P} = \frac{c^5}{48a^2} + \frac{3a^2c}{16} - \frac{5c^3}{24} + \frac{c^3}{6}\,ln\frac{c}{a},$$

$$\frac{\pi EJz}{P} = \frac{3a^2 - 3c^2}{16} + \frac{c^2\,ln\frac{c}{a}}{8} + \frac{x^2}{16}\left\{\frac{c^2}{a^2} - 1 + 2\,ln\cdot\frac{c}{a}\right\};$$

2. für die Kämpferstrecke

$$\frac{\pi rEJw}{P} = \left(\frac{c^2}{a^2} - 3\right)\left(\frac{x^3}{48} - \frac{a^2x}{16}\right) + \frac{c^2}{8}\left(x\,ln\frac{x}{a} - x\right) + \frac{x^3\,ln\frac{x}{a}}{24} - \frac{x^3}{72},$$

$$\pi rEJw = \pi rEJ\,[w]_{x=c}^{x=a},$$

$$\frac{\pi EJz}{P} = \left(\frac{c^2}{a^2} - 3\right)\left(\frac{x^2 - a^2}{16}\right) + \left(\frac{c^2 + x^2}{8}\right)ln\frac{x}{a},$$

$$\frac{\pi EJ}{P}\frac{dz}{dx} = \left(\frac{c^2}{a^2} - 2\right)\frac{x}{8} + \frac{c^2}{8x} + \frac{x\,ln\frac{x}{a}}{4},$$

$$\frac{\pi EJ}{P}\frac{d^2z}{dx^2} = \frac{c^2}{8a^2} - \frac{c^2}{8x^2} + \frac{ln\cdot\frac{x}{a}}{4}.$$

Indem man den Gesamtwert w_P der beiden Strecken zusammenzählt, kann man aus dem Zwange $Pw_P + Hw_H = 0$ den von der Ringbelastung P erzeugten Schub H ermitteln.

Für den Fall der Undrehbarkeit des Kämpfers gelten die Gleichungen:

1. Für die Scheitelstrecke

$$\frac{16\pi EJz}{P} = a^2 - c^2 + 2c^2\,ln\frac{c}{a} + x^2\left(1 - \frac{c^2}{a^2} + 2\,ln\frac{c}{a}\right);$$

2. für die Kämpferstrecke:

$$\frac{16\pi EJz}{P} = \frac{(a^2 - x^2)(a^2 + c^2)}{a^2} + 2(x^2 + c^2)\,ln\frac{x}{a},$$

$$\frac{8\pi EJ}{P}\frac{dz}{dx} = -\frac{xc^2}{a^2} + \frac{c^2}{x} + 2x\,ln\frac{x}{a},$$

$$\frac{8\pi EJ}{P}\frac{d^2z}{dx^2} = -\frac{c^2}{a^2} - \frac{c^2}{x^2} + 2 + 2\,ln\frac{x}{a}.$$

4. Gleichmäßig verteilte Scheitelbelastung.

Auf der gleichmäßig mit p belasteten Scheitelstrecke von $x = 0$ bis $x = c$, Abb. 8, gilt die Differentialgleichung:

$$1)\qquad EJ\left\{x\frac{d^3z}{dx^3} + \frac{d^2z}{dx^2} - \frac{dz}{x\,dx}\right\} = \frac{px^2}{2}$$

mit dem Integral: $EJz = EJz_0 + m_0\frac{x^2}{2} + \frac{px^4}{64}$.

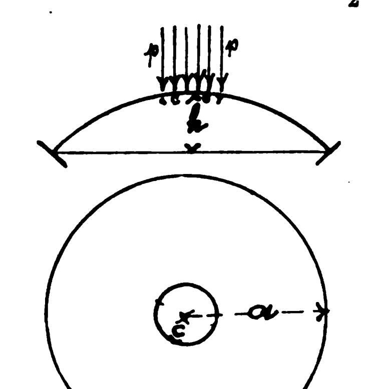


Abb. 8.

Auf der unbelasteten Kämpferstrecke von $x = c$ bis $x = a$ gilt die Differentialgleichung

$$EJ\left\{x\frac{d^3z}{dx^3} + \frac{d^2z}{dx^2} - \frac{dz}{x\,dx}\right\} = \frac{pc^2}{2} = \frac{P}{2\pi},$$

wo $pc^2\pi = P$ die Gesamtlast bedeutet, und es gilt die Integrallösung

$$EJz = C_1 + C_2x^2 + C_3\,ln\,x + \frac{pc^2}{8}x^2\,ln\,x.$$

Die fünf Unbekannten sind bestimmt durch den Zwang der Uebereinstimmung der aus den beiden verschiedenen Gleichungen fließenden Werte z_1 $\frac{dz}{dx}$, $\frac{d^2z}{dx^2}$ für $x = c$ sowie durch zwei für das Auflager geltenden Bedingungen. Bei Unverschieblichkeit und freier Drehbarkeit ist $z = 0$, $\frac{d^2z}{dx^2} = 0$ für $x = a$, und man erhält für diesen Fall die Gleichungen:

1. Auf der belasteten Scheitelstrecke

$$\frac{EJz}{p} = \frac{3c^2a^2}{16} - \frac{7c^4}{64} + \frac{c^4\,ln\frac{c}{a}}{16} + \frac{x^2}{2}\left\{\frac{c^4}{16a^2} + \frac{c^2}{4}\left(ln\cdot\frac{c}{a} - 1\right)\right\} + \frac{x^4}{64};$$

2. auf der unbelasteten Kämpferstrecke

$$\frac{EJz}{p} = \left(\frac{c^4}{32a^2} - \frac{3c^2}{16}\right)(x^2 - a^2) + \left(\frac{c^4}{16} + \frac{c^2x^2}{8}\right)ln\frac{x}{a},$$

$$\frac{EJ\frac{dz}{dx}}{p} = \left(\frac{c^4}{16a^2} - \frac{c^2}{4}\right)x + \frac{c^4}{16x} + \frac{c^2x\,ln\frac{x}{a}}{4},$$

$$\frac{EJ\frac{d^2z}{dx^2}}{p} = \frac{c^4}{16}\left(\frac{1}{a^2} - \frac{1}{x^2}\right) + \frac{c^2}{4}ln\frac{x}{a}.$$

Für genügend kleine Werte c erhält man daraus, für $P = \pi c^2 p$ und für verschwindend kleine Scheitelstrecke, den bereits oben behandelten Fall einer Einzellast im Scheitel. Für $c = a$ erhalten wir als Gleichung der belasteten Scheitelstrecke:

$$\frac{EJz}{p} = \frac{5a^4 - 6a^2x^2 + x^4}{64},$$

mithin

5. Die volle gleichmäßige lotrechte Belastung.

Ein durch die Last $P = pa^2\pi$ gleichmäßig belasteter hinreichend flacher Kugelträger, Abb. 9, dessen freier Rand lediglich lotrechten, keinerlei wagrechten Druck

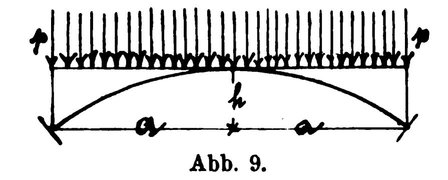


Abb. 9.

vom Widerlager empfängt, wird mithin beansprucht nach Maßgabe der Gleichung der elastischen Verbiegung:

$$\frac{EJ(z - z_0)}{p} = \frac{x^4 - 6a^2x^2}{64}; \quad \frac{EJ\frac{dz}{dx}}{p} = \frac{x^3 - 3a^2x}{16},$$

$$m = \frac{3(x^2 - a^2)}{16}p.$$

Das größte Biegungsmoment entsteht im Scheitel bei dem Werte $m = n = -\frac{3a^2p}{16} = -\frac{3P}{16\pi}$.

Leistet aber ein zweckentsprechendes, frei drehbares unverschiebliches Auflager den entsprechenden wagrechten Schub H, so lehrt ein Blick auf die beiden Gleichungen:

$$\frac{EJz}{p} = \frac{5a^4 - 6a^2x^2 + x^4}{64},$$

$$\frac{rEJz}{H} = \frac{-5a^4 + 6a^2x^2 - x^4}{32},$$

daß für $H = \frac{rp}{2}$ überhaupt keine innern Biegungsmomente entstehen. Die Gleichungen sind mit entgegengesetzten Vorzeichen völlig übereinstimmend, die Last wird von ihrer Stützfläche ohne Biegungsmomente getragen, wobei eine Ringspannung $R = \frac{rp}{2}\cos\omega$ auftritt.

Die nämlichen Ergebnisse werden erhalten auch bei beliebiger Bindung der Widerlager.

Wir betrachten die beiden unverkürzten, mathematisch vollkommenen Differentialgleichungen

$$d\left[EJx\frac{d^2z}{ds^2}\right] - \frac{EJdz\cos\omega}{x} = \frac{px^2dx}{2},$$

$$d\left[EJx\frac{d^2z}{ds^2}\right] - \frac{EJdz\cos\omega}{x} = -Hxdy =$$

$$= -\frac{Hx^2dx}{r}.$$

Dieselben machen keine Voraussetzung über den Verlauf des Wertes J, beziehen sich vielmehr ganz allgemein auf den allgemeinen Paraboloidflächenträger, also auf Tragsysteme, welche um die geometrische Fläche des Paraboloids als Mittellinie verlaufen, im übrigen die verschiedensten innern Eigenschaften haben können. Beispielsweise zeigen zwei in ihrer Form und Ausbildung völlig gleiche, nicht unterscheidbare Flächenträger völlig verschiedene, in nichts mehr ähnliche Kräfteverteilungen, je nachdem sie selbst vor, während oder nach Wirken der Tragelast in dieser ihrer Form fertiggestellt und festgeschlossen wurden. Die von uns gedachte homogene spannungslose Schale ist lediglich ein ganz bestimmter Sonderfall des Paraboloidträgers.

Wenngleich wir nun nicht in der Lage sind, die beiden vorstehenden allgemeinen Differentialgleichungen unverkürzt zu integrieren, so sind wir doch vollberechtigt zu folgendem Schluß:

Unter der Voraussetzung $H = \frac{pr}{2}$ = unveränderlich, also unabhängig von x, sind die beiden Gleichungen gleichlautend mit entgegengesetzten Vorzeichen auf der rechten Seite. Alle aus ihnen etwa abzuleitenden Wirkungen heben sich gegenseitig auf.

Jeder beliebige Paraboloidträger wird mithin die gleichmäßig verteilte Gesamtbelastung p als Stützfläche ohne Biegungsmomente tragen, wenn die beiden bestimmten Bedingungen erfüllt sind, daß erstens der Auflagerschub H tatsächlich $= \frac{pr}{2}$ ist, und daß zweitens die Unveränderlichkeit dieses Schubes — namentlich für hohe Parabeln — tatsächlich vorhanden bleibt.

Mit der zweiten Bedingung der Unveränderlichkeit des Schubes H ist völlig gleichwertig die Erfüllung $R = H\cos\omega$. Das eine bedingt das andre wechselseitig.

Ist daher am Kämpfer einer Wölbung die Bedingung $R = H\cos\omega$ erfüllt, so ist damit auch, wenigstens für den nächsten Verlauf vom Kämpfer ab, Unveränderlichkeit des Schubes H gewährleistet.

Die bisherigen Ausführungen werden hinreichend den Weg gewiesen haben, wie überhaupt jeder Fall lotrechter Belastung wenigstens für den genügend flachen Paraboloid- oder Kugelträger zur Lösung gebracht werden kann.

In der allgemeinen Differentialgleichung der Lastwirkung:

$$EJ\left\{x\frac{d^3z}{dx^3} + \frac{d^2z}{dx^2} - \frac{1}{x}\frac{dz}{dx}\right\} = F(x) = \frac{Q}{2\pi}$$

ergibt die Einsetzung eines beliebigen Einzelwertes $z = x^v$ in den Klammerausdruck der linken Seite den Wert $v^2(v-2)x^{v-2}$; daher macht jeder der drei Einzelwerte $z = c$; $z = \log\operatorname{nat} x$; $z = x^2$ für sich die linke Seite $= 0$. Also werden die drei willkürlichen Integrationsfestwerte dargestellt durch $EJz = c_1 + e_2 \log\operatorname{nat} x + e_3x^2$. Dem Sonderwert $F(x)$ = unverändert $= B$ entspricht die Sonderlösung $\frac{Bx^2 \log\operatorname{nat} x}{4\,EJ}$.

Im übrigen entspricht umgekehrt, für jeden beliebigen ganzen oder gebrochenen, negativen oder positiven jedoch von 0 und — 2 verschiedenen Wert v, jedem Sonderwert $F(x) = B_1 x^v$ der rechten Seite die bestimmte Sonderlösung $EJz = \frac{B_1 x^{v+2}}{v(v+2)^2}$, der man zur Darstellung der allgemeinen Lösung die drei willkürlichen Festwerte zuzufügen hat.

Unsre Darstellung setzte ausdrücklich und mit Vorbedacht eine geringe Pfeilhöhe der Wölbung voraus, so zwar also, daß nur bei zulässiger Vertauschung $\cos\omega = 1 - \frac{1}{2}\frac{x^2}{r^2} = 1$, also für gegen 1 verschwindende Werte $\frac{h}{r}$ rechnerische Genauigkeit verbürgt werden kann.

Um jedoch auch für den höhern Träger die Kräfteverteilung näher zu untersuchen, betrachten wir die allgemein aufgefaßte Differentialgleichung I:

$$\frac{d\left[xEJ\frac{d^2z}{ds^2}\right]}{ds}ds - \frac{EJ\cos\omega}{x}\frac{dz}{ds}ds = \frac{Q}{2\pi}dx - xHdy$$

oder für $q = \frac{Q}{2\pi x}$ als Querkraft der Streckeneinheit, und für $m = EJ\frac{d^2z}{ds^2}$; $n = \frac{EJ\cos\omega}{x}\frac{dz}{ds}$, anders geschrieben:

Ia. $$\frac{d\,[\varkappa m]}{ds}\,ds - n\,ds = q x\,d\varkappa - H \varkappa\,dy.$$

Wir integrieren in dieser Gleichung jeden einzelnen der vier Werte und erhalten

$$x m - \int_0^s n\,ds = \int_0^\varkappa q x\,d\varkappa - \int_0^y H x\,dy$$

oder anders geschrieben

$$\frac{M}{2\pi} - N = V - W.$$ Ib.

In dieser Gleichung Ib ist der Wert $V = \int_0^\varkappa q\varkappa\,dx$ bei gegebener Belastung ein völlig bekannter Wert. Der Wert $W = \int_0^y H\varkappa\,dy$ ist, sofern und solange H unveränderlich ist $= HF$, wo F den Kurveninhalt, die Fläche zwischen der Leitlinie s und der Achse OO_1 bedeutet.

Der Wert N bedeutet das gesamte an einem Schnitt s auf der Strecke von 0 bis s wirkende Ringmoment, während M das gesamte an einem Ringe $2\pi x$ wirkende Hauptmoment darstellt.

Weil die allgemeine Differentialgleichung I eine bindende Gleichung für die Entwicklung der Biegungsmomente in jedem Rotationsflächenträger darstellt, so ist Gleichung Ib als ihr erstes Integral eine von jeder Kräfteverteilung zu erfüllende Bedingung.

Betrachtet man allgemein einen beliebigen Rotationsflächenträger, nimmt für einen bestimmten Belastungsfall Q, q die zugehörigen Werte m, n, H an, integriert nach Einsetzung dieser bestimmten Funktionswerte die Gleichung Ia, so muß diese Integralgleichung Ib erfüllt sein, und zwar muß diese Proberechnung restlos auf 0, also ohne Zusatz einer Integrationsgröße aufgehen, weil sich die dargestellte Kräfteverteilung auf einen Träger (Abb. 3) bezieht, welcher im Ursprung O mit dem Werte 0 — einer Spitze, Schneide — beginnt und jeder der vier Einzelwerte der Gleichung Ib für sich im Ursprung $x = 0$ verschwindet.

Geht die Rechnung nicht auf, dann ist bewiesen, daß die Annahme der bestimmten Funktionswerte m, n, H unrichtig oder ungenau war.

Betrachtet man einen Einzelträger OAA der Abb. 3 an und für sich, so befindet sich dieser Träger bezüglich seiner lotrechten Belastung und bezüglich seiner seitlichen Belastung n und R im statischen Gleichgewicht und dieses statische Gleichgewicht wird durch Integralgleichung Ib des nähern beschrieben. In der Kräftebedingungsgleichung

$$x m - \int_0^s n\,ds = \int_0^\varkappa q x\,d\varkappa - \int_0^y H x\,dy$$

ist jeder Hinweis auf etwaige Elastizitätsverhältnisse verschwunden.

Diese Integralgleichung Ib ist für das Paraboloid gleichwertig mit der Gleichung:

Ib. $$x m - \int_0^s n\,ds = \int_0^x q x\,d\varkappa - \int_0^x \frac{H x^2\,d\varkappa}{r}$$

und lautet für die Kugel:

$$x m - \int_0^s n\,ds = \int_0^\varkappa q x\,d\varkappa - \int_0^\varkappa \frac{H x^2\,d\varkappa}{\sqrt{r^2 - x^2}}.$$

Für verschwindende Pfeilhöhe ist Kugel und Paraboloid nicht unterschieden und lautet für diesen Fall die Gleichung:

Ic. $$x m - \int_0^\varkappa n\,d\varkappa = \int_0^\varkappa q x\,d\varkappa - \int_0^x \frac{H x^2\,d\varkappa}{r}.$$

Diese Gleichung wird mithin durch die gemäß unserer obigen Darstellung aufgestellten Funktionswerte m, n, H erfüllt.

Für den Fall freier Drehbarkeit des Auflagers fanden wir z. B. für Einzellast P im Scheitel die bestimmten Funktionswerte:

$$\frac{m}{P} = \frac{5}{12\pi}\left(\frac{a^2 - x^2}{a^2}\right) + \frac{ln\,\frac{\varkappa}{a}}{4\pi};$$

$$\frac{n}{P} = \frac{1}{4\pi}\left\{ln\,\frac{\varkappa}{a} - 1\right\} + \frac{5(3a^2 - x^2)}{36\pi a^2};$$

$$q = \frac{P}{2\pi\varkappa}; \quad H = \frac{5P}{9\pi h}$$

und diese Werte erfüllen die Gleichung Ic restlos genau, indem wir uns bei Ableitung dieser Werte weder verrechnet noch geirrt haben.

Setzen wir nun diese nämlichen Funktionswerte, jedoch für das Ringmoment den Wert $n \cdot \cos\omega$ ein in die unverkürzte für das beliebig hohe Paraboloid gültige Gleichung Ib, so wird auch diese Gleichung stets zwangsweise und ausnahmslos von allen für den so flachen Träger ermittelten Funktionswerten erfüllt, indem $\int_0^s n \cos\omega\,ds$ nicht verschieden ist von $\int_0^\varkappa n\,d\varkappa$. Wir lernen hieraus zunächst, daß der mathematisch genaue Wert des Ringmomentes auch für das flachere Paraboloid lautet $\frac{\cos\omega EJ}{x}\frac{dz}{d\varkappa}$, nicht etwa $\frac{EJ}{\varkappa}\frac{dz}{d\varkappa}$. Setzen wir nun zweitens die gleichen Werte m, $n\cos\omega$, H ein in die unverkürzte Gleichung Ib der beliebig hohen Kugel, so bleibt auf der rechten Seite stets ein negativer Rest übrig $-H(F_1 - F)$, wenn F_1 den Inhalt der Kreisfläche, F die Parabelfläche bedeutet. Die Rechnung geht nie völlig auf. Doch ist der Unterschied zwischen Kreisfläche und Parabelfläche, bei gleicher Sehne a und Höhe h, zunächst recht unbedeutend. Für $h = \frac{a}{2}$ ist $\frac{F_1}{F} = \frac{0{,}349}{0{,}333}$, für den Halbkreis wird $\frac{F_1}{F} = 1{,}178$.

Nach diesen Darlegungen sind die für den flachen Schalenträger bekannten Kräftewerte augenscheinlich bedingungsweise beziehbar auch auf den beliebigen hohen Paraboloidträger, und die Bedingungen hierfür können nach Meinung des Verfassers keine andern sein, als wie wir solche bereits bei der paraboloidischen Stützfläche gleichmäßig verteilter Belastung erörtert haben. Der Auflagerschub muß tatsächlich die richtige Größe haben, und dieser Schub muß unverändert die Bauanlage durchlaufen.

Für die Kugel aber werden diese Kräftewerte im mathematischen Sinne unter allen Umständen nur als Näherungswerte gelten können.

Die Forderung H = unverändert wird — widersinnige Anordnung ausgeschlossen — beim Flachbogen stets, beim hohen Bogen keineswegs stets naturgemäß erfüllt. Dagegen ist das tatsächliche Zustandekommen des bestimmten Wertes H am Auflager für den Flachbogen noch ungleich wichtiger, wie für das hohe Gewölbe. Ein in dieser Beziehung verfehltes, aus Stein und Mörtel zu erbauendes Flachgewölbe läuft Gefahr, beim Sacken — dem an sich zur Herbeiführung richtiger Kräfteverteilung notwendigen innern Zusammenpressen — in die freie Kreisöffnung zu stürzen, namentlich auch beim Hinzutritt elastischer Verschiebung des Widerlagers. Aus solchen Gründen wünscht der Baumeister eines Gewölbes nicht nur Kenntnis zu haben von der Kräfteverteilung, sondern auch von den dazugehörigen elastischen Verschiebungen, insbesondere von der elastischen Scheitelbewegung, um einmal die zweckentsprechende Ueberhöhung bei der Bauausführung anzuordnen oder im andern Falle aus der bei der Ausrüstung eintretenden Scheitelsenkung Rückschluß auf das Zutreffende seiner Voraussetzung über die Kräfteverteilung zu machen.

Für Flachwölbung, für die flache Schale, kennen wir die aus der Verbiegung stammende Scheitelbewegung z_0. Beispielsweise haben wir für die verhältnismäßig mächtigste Wirkung einer einzelnen Scheitellast P das bestimmte Maß:

$$EJz_0 = +\frac{a^2 P}{72\pi} \text{ für freie Drehbarkeit,}$$

$$EJz_0 = +\frac{a^2 P}{96\pi} \text{ für Undrehbarkeit des Auflagers.}$$

In allen Fällen, sowohl für hohe wie niedere Paraboloide, ist der Einfluß der Biegung nach Meinung des Verfassers klein im Vergleich zur Wirkung der elastischen Zusammenpressung. Im Falle gleichmäßiger Gesamtstreckenbelastung p, im Stützflächengleichgewicht, ist der Einfluß der Biegung $= 0$ und kommt nur die elastische Zusammenpressung, das „Sacken" des Bauwerks in Betracht. Diesen bestimmten Fall betrachten wir im folgenden.

Die elastische Zusammenpressung, Längenänderung Δs der Bogenlänge s ist das gemeinsame Werk der beiden Druckspannungen $\frac{S}{f}$, $\frac{R}{f}$. Während unter der Einwirkung von S die Länge ds sich verkleinert $\left(\text{im Verhältnis } \lambda = \frac{1}{E_0}\right)$, vergrößert sich gleichzeitig die zu ds senkrechte Querschnittsabmessung $\left(\text{im Verhältnis } \mu = \frac{1}{E_1}\right)$. Während unter der Einwirkung von R die Ringabmessung sich verkleinert, vergrößert sich gleichzeitig die senkrechte Abmessung ds. Vom Werte μ wissen wir, daß $0 < \frac{\mu}{\lambda} < \frac{1}{2}$ sein muß. Für $\eta = \frac{\mu}{\lambda}$ wird mithin die elastische Zusammenpressung der Bogenlänge s dargestellt durch:

$$\Delta s = \int \frac{(S - \eta R)\, ds}{Ef}.$$

Hieraus folgt für unveränderliches f, oder bei Einsetzung eines entsprechenden Mittelwertes f, für $S = \frac{H}{\cos\omega}$; $R = H\cos\omega$; $ds = \frac{dx}{\cos\omega}$ die Gleichung:

$$Ef\Delta s = H\int\left(\frac{1}{\cos^2\omega} - \eta\right)dx = H\int\left(1 - \eta + \frac{x^2}{r^2}\right)dx$$

und daher:

$$1) \qquad Ef\Delta s = Ha\left\{1 - \eta + \frac{4h^2}{3a^2}\right\}.$$

Um dieses bestimmte Bogenlängenmaß Δs wird sich daher ein in Mörtel und Stein gemauertes Paraboloidgewölbe bei unverschieblichen Widerlagern versacken; wenn die elastischen Werte E, η dem, meist noch nicht völlig erhärteten Mörtelzustande bei der Ausrüstung entsprechen und schließlich eine, gegen das Eigengewicht bedeutende, annähernd gleichverteilte Gesamtbelastung zu tragen ist. Der praktische Baumeister wünscht anstatt dieses Maßes Δs das entsprechende Maß Δh der Gewölbesackung im Scheitel zu wissen, da $\Delta h > \Delta s$ ist und auch bequemer aufzumessen ist.

Man findet, in Erwägung, daß beide, versackte und nicht versackte Bogenlinien, als Parabel anzusprechen sind, dieses entsprechende Maß durch Variation der Parabelgleichung, und zwar für den vorliegenden Fall des unverschieblichen Widerlagers unter der Voraussetzung $a =$ unverändert.

Schreibt man für $\mathfrak{Cos}\,\alpha\cos\omega = 1$, $\mathfrak{Sin}\,\alpha = \operatorname{tg}\omega$, $\sin\omega = \operatorname{Tang}\alpha$ die Parabelgleichung $x^2 = 2ry$ um in die handliche Form $x = r\,\mathfrak{Sin}\,\alpha$; $y = \frac{r\,\mathfrak{Sin}^2\alpha}{2} = \frac{x\,\mathfrak{Sin}\,\alpha}{2}$, so erhält man aus:

$$s = r\left\{\frac{2\alpha + \mathfrak{Sin}\,2\alpha}{4}\right\}; \quad h = \frac{a\,\mathfrak{Sin}\,\alpha}{2};$$

$$\Delta r\,\mathfrak{Sin}\,\alpha + r\,\mathfrak{Cos}\,\alpha\,\Delta\alpha = 0;$$

$$\Delta s = \Delta r\left\{\frac{2\alpha + \mathfrak{Sin}\,2\alpha}{4}\right\} + r\left\{\frac{1 + \mathfrak{Cos}\,2\alpha}{2}\right\}\Delta\alpha;$$

$$\Delta h = \frac{a\,\mathfrak{Cos}\,\alpha\,\Delta\alpha}{2}$$

die Gleichung

$$2) \qquad \frac{\Delta h}{\Delta s} = \frac{2\,\mathfrak{Sin}^2\alpha}{\mathfrak{Sin}\,2\alpha - 2\alpha}.$$

Sei z. B. bei bestimmten, bei wichtigen Bauausführungen am sichersten unvermittelt durch Probemauerung festzustellenden Werten E, η gemäß Gleichung 1) $\Delta s = \frac{a}{300}$, bei dem beabsichtigten Pfeilverhältnis $\frac{h}{a} = \frac{1}{4}$, dann ist nach rascher runder, überschläglicher Rechnung $\mathfrak{Sin}\,\alpha \equiv \alpha \equiv \operatorname{tg}\omega = \frac{1}{2}$; $\mathfrak{Sin}\,2\alpha - 2\alpha \equiv \frac{(2\alpha)^3}{2\cdot 3} = \frac{1}{6}$;

$$\Delta h = 3\Delta s = \frac{h}{25};$$

genauere Rechnung, $\alpha = 0{,}48$, ergibt den rechnungsmäßigen Wert $\frac{\Delta h}{\Delta s} = 3{,}23$.

Die Gleichungen 1) und 2) sind auf beliebig hohe paraboloidische Wölbungen beziehbar. Bei wachsender Höhe nähert sich $\frac{\Delta h}{\Delta s}$ dem Verhältnis $\frac{\Delta h}{\Delta s} \equiv 1$, bei abnehmender Höhe wächst $\frac{\Delta h}{\Delta s}$ unbegrenzt an. Dieses ist kein Fehler der Formel, vielmehr zeigt unmäßiges Anwachsen des Verhältnisses $\frac{\Delta h}{h}$ unzweideutig an, daß die beabsichtigte Bauanlage oder Bauausführung zum mindesten technisch fragwürdig erscheint.

Soll eine fix und fertige flache Schale, kreisförmige Buckelplatte, als Stützfläche, ohne innere Biegungsmomente, für eine gleichmäßige Belastung dienen, so muß entweder, indem in Wahrheit keine Schale unendlich starr ist, während des Aufbringens der Last die Lagerung der Schale auf ihrem Widerlagerkegel verschiebbar sein, oder die Schale muß von vornherein zwangsweise auf einen, gegen ihren ursprünglichen Durchmesser verkleinerten Auflagerkreis unverschieblich befestigt werden.

Das genaue Maß Δa dieser Verkleinerung ist, indem R den Schlußring kürzt, S denselben längt:

$$3) \qquad Ef\Delta a = a(R - \eta S) = aH\left(\cos\omega - \frac{\eta}{\cos\omega}\right).$$

Die Scheitelsenkung Δh dieser flachen Schale wird gefunden durch Variation der Parabelgleichung unter Voraussetzung der Werte Δs, Δa der Gleichungen 1) und 3), und man erhält die Gleichung:

$$4) \quad \Delta h = \Delta s\left\{\frac{2\,\mathfrak{Sin}^2\alpha}{\mathfrak{Sin}\,2\alpha - 2\alpha}\right\} - \Delta a\left\{\frac{2\alpha\,\mathfrak{Sin}\,\alpha}{\mathfrak{Sin}\,2\alpha - 2\alpha}\right\},$$

wo wieder $\mathfrak{Sin}\,\alpha = \operatorname{tg}\omega = \frac{2h}{a}$ ist und $\Delta s \geqq \Delta a$ ist.

Für genügende Flachheit wird $\Delta s \equiv \Delta a$ und das Verhältnis $\frac{\Delta h}{\Delta s} = 0$.

Dieses Ergebnis ist naturnotwendig. Ein genügend gespannter Bogen bedarf keiner Steigerung seiner innern Spannung, Zusammenpressung und ein genügend stark zwischen den Widerlagern eingeklemmtes, scheitrechtes Gewölbe keiner Ueberhöhung zur sichern Aufnahme der entsprechenden Belastung.

Auf beliebig hochgewölbte Buckelschalen sind die Gleichungen 4) usw. nicht ohne weiteres beziehbar. Diese festbestimmte besondere Art des allgemeinen Paraboloidträgers ist naturgemäß und wie durch nähere Untersuchungen nachzuweisen ist, in der Kräfteverteilung in erster Reihe von vornherein gebunden und abhängig von der Entwicklung ihrer eignen Wandstärke. Der von uns vorausgesetzte Zustand $H =$ unverändert ist für diese Trägerart nicht allgemein, vielmehr nur in ganz bestimmten Sonderfällen möglich. Dahingegen ist Gleichung 4) allgemein auf Gewölbe beziehbar, wenn man das Zeichen von Δa

umsetzt und Δa als das Ausweichen des in Wahrheit ja nie mathematisch unverschieblichen Widerlagers erklärt. Hierbei bleibt Gleichung 3) außer acht, indem die Eigenschaften der Buckelschale verschieden sind vom Wesen eines Gewölbes, das sich selbst unter dem Wirken der Belastung aus einem elastischen Zustande heraus zum starreren Körper herausbildet.

Weicht aber das Widerlager um Δa aus, so gibt nicht Gleichung 2), sondern die ergänzte Gleichung

$$\text{4a)}\quad \Delta h = \Delta s \left\{ \frac{2\,\mathfrak{Sin}^2 \alpha}{\mathfrak{Sin}\, 2\alpha - 2\alpha} \right\} + \Delta a \left\{ \frac{2\alpha\, \mathfrak{Sin}\, \alpha}{\mathfrak{Sin}\, 2\alpha - 2\alpha} \right\}$$

das für diesen Fall stärkere Sackmaß des Scheitels an.

Bei Flachgewölben ist der Einfluß von Δs oder Δa auf das Sackmaß gleichwertig, bei hohen Gewölben ist der Einfluß von Δs im Verhältnis $\frac{\mathfrak{Sin}\,\alpha}{\alpha}$ stärker als derjenige von Δa. Für hohe Gewölbe ist daher ein etwaiges Nachgeben des Widerlagers weniger gefährlich als für flache. Durch einen Eisenring Z pflegt Nachgiebigkeit des Widerlagers aufgehoben oder eingeschränkt zu werden. Der Eisenringzug Z nimmt dem Widerlager den Gewölbeschub H ganz oder teilweise ab nach Maßgabe der Gleichung $\frac{Z}{a_1} = H_1$, wenn a_1 den Eisenringhalbmesser darstellt. Je nachdem solcher Ring vor, während oder nach Aufbringen der Last warm oder kalt oder mit regulierbarer Spannung eingebaut wird, ist natürlich die Wirkungsweise verschieden.

6. Wagerechte Begrenzung der lotrechten Belastung.

Wir nehmen hier wie überall an, daß unsre Voraussetzung des richtigen unveränderlichen Gewölbschubes H erfüllt wird und ermitteln die unter dieser Voraussetzung für beliebige Gewölbehöhe anwendbaren Kräfteformeln auf Grund der Betrachtung und Behandlung des entsprechenden flachen Gewölbeträgers.

Hat das Paraboloid der Leitlinie $x^2 = 2ry$ die durch die Ebene $A O_1 A$ abgegrenzte lotrechte Belastung zu tragen, Abb. 10, so brauchen wir lediglich die Wirkung der durch die Ebene BOB abgegrenzten Belastung zu

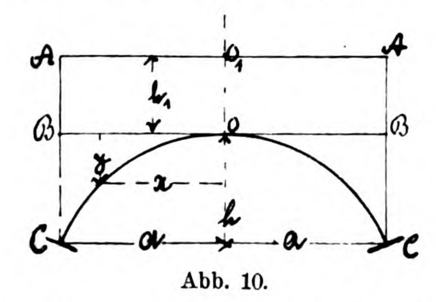


Abb. 10.

untersuchen, indem der Träger die unveränderliche Belastung h_1 als Stützfläche ohne Biegungsmomente trägt, mithin die Wirkung dieser Belastung bekannt ist.

Weil im Ausdruck der Belastung auf die Flächeneinheit $p = \gamma y = \frac{\gamma x^2}{2r}$ dem unveränderlichen Werte $\frac{\gamma}{2r}$ jede beliebige Bedeutung — Summe, Unterschied oder Mehrfaches irgendwelcher unveränderlicher Größen — zugesprochen werden darf, so ist nachfolgende Betrachtung allgemein gültig für jeden Belastungsfall parabolischer Belastung

$$p = \frac{\gamma x^2}{2r} = g x^2.$$

Für denselben gilt die Differentialgleichung

$$EJ \left\{ x \frac{d^3 z}{dx^3} + \frac{d^2 z}{dx^2} - \frac{1}{x}\frac{dz}{dx} \right\} = \frac{Q}{2\pi} = \frac{g x^4}{4}$$

mit dem Integral für unverschiebliches Auflager

$$\frac{EJz}{g} = m_0 \left(\frac{x^2 - a^2}{2} \right) + \frac{x^6 - a^6}{4 \cdot 4 \cdot 6^2},$$

$$\frac{EJ}{g}\frac{dz}{dx} = m_0 x + \frac{x^5}{96},$$

$$\frac{EJ}{g}\frac{d^2 z}{dx^2} = m_0 + \frac{5x^4}{96}.$$

Je nachdem das Auflager frei drehbar oder undrehbar ist, ist zu setzen:

$$m_0 = -\frac{5a^4 g}{96} \quad \text{oder} \quad m_0 = -\frac{a^4 g}{96}.$$

Im Falle elastischer Drehbarkeit gilt der Wert:

$$m_0 = -\frac{a^4 (1 + 5\lambda)}{96 (1 + \lambda)} \cdot g.$$

Im ersten Falle freier Drehbarkeit erhalten wir mithin:

$$\frac{EJz}{g} = \frac{14a^6 - 15a^4x^2 + x^6}{576};$$

$$\frac{rEJw}{g} = \frac{14a^6 x - 5a^4x^3 + \frac{x^7}{7}}{576};$$

$$rEJw = \frac{a^7}{7 \cdot 9} g.$$

Im zweiten Fall der Undrehbarkeit erhalten wir:

$$\frac{EJz}{g} = \frac{2a^6 - 3a^4x^2 + x^6}{576};$$

$$\frac{rEJw}{g} = \frac{2a^6 x - a^4x^3 + \frac{x^6}{7}}{576};$$

$$rEJw = \frac{a^7}{7 \cdot 8 \cdot 9} g.$$

Im allgemeinen Falle elastischer Drehbarkeit des Widerlagers gilt der Wert:

$$rEJw = \frac{a^7}{7 \cdot 8 \cdot 9} \cdot \left(\frac{1 + 8\lambda}{1 + \lambda} \right) g.$$

Also erzeugt, indem $EJw = -\frac{ah^2}{15}\left(\frac{1+6\lambda}{1+\lambda}\right) H$ ist, parabolische Belastung g den Bogenschub:

$$H = \frac{5}{2 \cdot 84}\left(\frac{1+8\lambda}{1+6\lambda}\right)\frac{a^6}{rh^2} g = \frac{5}{84}\left(\frac{1+8\lambda}{1+6\lambda}\right)\frac{a^4}{h} g.$$

Im Falle $\lambda = \infty$ der freien Drehbarkeit wird mithin der Bogenschub erzeugt:

$$H = \frac{5}{63} \cdot \frac{a^4}{h} \cdot g$$

und werden die innern Biegungsmomente hervorgerufen:

$$\frac{n}{g \cos \omega} = \frac{x^4 - 5a^4}{96} + \frac{3a^2 - x^2}{8r} \cdot \frac{5a^4}{63h} =$$

$$= \frac{21x^4 - 40a^2x^2 + 15a^4}{8 \cdot 12 \cdot 21}$$

$$\frac{m}{g} = \frac{35x^4 - 40x^2a^2 + 5a^4}{7 \cdot 8 \cdot 12}.$$

Im Scheitel werden die Momente $m = n = \frac{5Q}{6 \cdot 7 \cdot 8\pi}$ hervorgerufen für $Q = \frac{\pi g a^4}{2}$ als Gesamtlast, während das größte Moment $m = \frac{-5 \cdot 9 Q}{6 \cdot 7^2 \cdot 8\pi}$ für $\frac{x^2}{a^2} = \frac{4}{7}$ entsteht.

7. Das Eigengewicht des Gewölbes.

Die Oberfläche F des Paraboloids wird gegeben durch die Gleichung:

$$F = 2\pi \int_0^x \frac{x\,dx}{\cos\omega} = 2\pi \int_0^s x\,ds = 2\pi r^2 \int_0^\alpha \mathfrak{Sin}\,\alpha\, \mathfrak{Cos}\,\alpha^2\, d\alpha =$$

$$= \frac{2\pi r^2 (\mathfrak{Cos}^3 \alpha - 1)}{3} = \frac{2\pi r (\rho - r)}{3}.$$

Ist die Gewölbestärke f unveränderlich, so ist $Q = fF$ und aus

$$Q = \frac{f 2\pi r^2 (\mathfrak{Cof}^3 \alpha - 1)}{3} = \frac{f 2\pi r^2 \left\{\left(1 + \frac{x^2}{r^2}\right)^{3/2} - 1\right\}}{3}$$

ergibt sich für $\frac{x}{r} < 1$ durch Reihenentwicklung:

$$\frac{Q}{2\pi} = f\left(\frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{8r^2} - \frac{x^6}{48r^4} + \frac{x^8}{128r^3} \cdot \cdot \cdot \cdot\right).$$

Das erste Glied $\frac{fx^2}{2}$ stellt die gleichmäßig verteilte Last $f = p$ dar, das zweite Glied $\frac{fx^4}{8r^2}$ stellt parabolische Belastung für $\frac{f}{2r^2} = g$ dar, während die übrigen Glieder für den Fall $\frac{a}{r} < 1$ in der Praxis nicht weiter in Betracht kommen.

Hohe Paraboloide werden mit zum Kämpfer zunehmender Gewölbstärke f gebaut. Hierbei ist im allgemeinen die Zunahme $f = \frac{f_0}{\cos \omega}$ den Kräften angemessen.

Hierbei ergibt sich

$$\frac{Q}{f_0} = 2\pi r^2 \int_0^\alpha \mathfrak{Sin}\, \alpha\, \mathfrak{Cof}^3 \alpha\, d\alpha = \frac{2\pi r^2 (\mathfrak{Cof}^4 \alpha - 1)}{4},$$

oder da

$$\mathfrak{Cof}\, \alpha^4 - 1 = (\mathfrak{Cof}^2 \alpha + 1)(\mathfrak{Cof}\, \alpha^2 - 1) = (\mathfrak{Sin}^2 \alpha + 2)\, \mathfrak{Sin}^2 \alpha$$

ist

$$\frac{Q}{2\pi} = f_0 \left(\frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{4r^2}\right).$$

Daher wird die Wirkung des Eigengewichts durch die Betrachtung der Gesamtstreckenbelastung $f_0 + \frac{f_0}{r^2} \cdot x^2$ erledigt. Die parabolisch verlaufende Belastung $\frac{f_0}{r^2} x^2 = g x^2$ hat hier den doppelten Wert wie im Falle der Unveränderlichkeit der Gewölbestärke.

8. Kegelförmige Belastung.

Um kegelförmige Abgrenzung lotrechter Belastung zu betrachten, Abb. 11, ist die Wirkung der Belastung $p_1 = \text{tang}\, \alpha_1 x = \gamma x$ für sich zu ermitteln und den bei

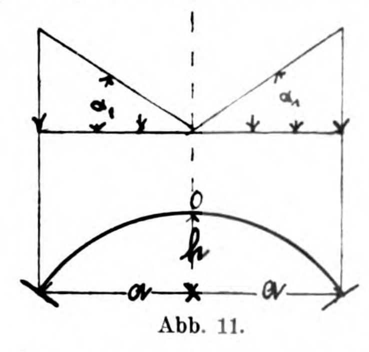


Abb. 11.

wagerechter Abgrenzung erzeugten oder bei anderweiter Belastung vorhandenen Kräften zu- oder auch abzuzählen, je nachdem α, γ positiv oder negativ ist.

Für $Q = \int 2\pi x \cdot \gamma x\, dx = \frac{\gamma \cdot 2\pi x^3}{3}$ gilt die Gleichung:

$$EJ \left\{ x \frac{d^3 z}{dx^3} + \frac{d^2 z}{dx^2} - \frac{dz}{x\, dx} \right\} = \frac{\gamma x^3}{3}$$

mit dem Integral:

$$\frac{EJz}{\gamma} = \left(\frac{1 + 4\lambda}{1 + \lambda}\right)\left(\frac{a^2 - x^2}{90}\right) a^3 + \frac{x^5 - a^5}{225}.$$

Für den Fall freier Drehbarkeit gelten daher die Werte:

$$\frac{EJw}{\gamma} = \frac{7a^6}{r\,270}; \quad \frac{EJw}{H} = -\frac{2}{5}\,\frac{h^2 a}{a}$$

und die kegelförmige Belastung $p_1 = \gamma x$ erzeugt den Bogenschub $H = \frac{7a^3}{54h} \cdot \gamma$.

9. Hyperbolische Belastung.

Ist ein gemauertes oder etwa aus Eisenbeton gefertigtes Gewölbe im Scheitel durch einen Pfeiler, Säule oder Schornstein stark belastet, auf dem übrigen Gewölbe

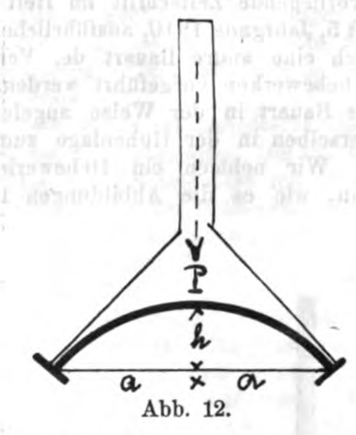


Abb. 12.

im Sinne der Abb. 12 durch ablaufende Abdeckung beschwert, ist P die Gesamtlast einschließlich des Eigengewichts, dann führt die Annahme hyperbolischer Belastung $\frac{p}{x}$ zu der einfachsten und nach Meinung des Verfassers auch rechnerisch genauen Betrachtungsweise.

Aus $Q = \int 2\pi x \cdot \frac{p}{x}\, dx = 2\pi p x$, $p = \frac{P}{2\pi a}$,

$$EJ\left(x \frac{d^3 z}{dx^3} + \frac{d^2 z}{dx^2} - \frac{dz}{x\, dx}\right) = p x$$

ergibt sich:

$$\frac{EJz}{p} = \left(\frac{1 + 2\lambda}{1 + \lambda}\right)\left(\frac{a^2 - x^2}{6}\right) a + \frac{x^3 - a^3}{9},$$

$$\frac{EJw}{p} = \frac{a^3 x (1 + 4\lambda) - (1 + 2\lambda) a x^3 + \left(\frac{1 + \lambda}{2}\right) x^4}{18 (1 + \lambda) r},$$

$$EJw = \frac{(1 + 5\lambda) a^4}{36 (1 + \lambda) r} \cdot p.$$

Insbesondere bei Undrehbarkeit des Widerlagers gelten die Werte:

$$\frac{EJw}{p} = \frac{a^3 x - a x^3 + \frac{x^4}{2}}{18 r}, \quad \frac{EJw}{p} = \frac{a^4}{36 r}$$

sowie bei freier Drehbarkeit:

$$\frac{EJw}{p} = \frac{8a^3 x - 4a x^3 + x^4}{36 r}, \quad EJw = \frac{5a^4}{36 r} \cdot p,$$

$$\frac{EJz}{p} = \frac{2a^3 - 3a x^2 + x^3}{9}, \quad \frac{EJ\frac{dz}{dx}}{p} = \frac{x^2 - 2a x}{3},$$

$$\frac{EJ\frac{dz^2}{dx^2}}{p} = \frac{2(x - a)}{3}$$

und wird in diesem Falle ein Schub erzeugt

$$H = \frac{25 a p}{36 h} = \frac{25 P}{72 \pi h}$$

sowie die Biegungsmomente:

$$n = \left(\frac{48 a x - 25 x^2 - 21 a^2}{144 a}\right) \cos \omega\, p,$$

$$m = \frac{(32 a x - 25 x^2 - 7 a^2)}{48 a} p = = \frac{(32 a x - 25 x^2 - 7 a^2)}{96 \pi a^2} \cdot P.$$

Die Schwimmerschleuse mit Riegeln und Zahnstangen und der Abstieg bei Niederfinow.

Von Fr. Jebens, Ingenieur in Ratzeburg.

Ueber eine Schwimmerschleuse mit Riegeln und Bremsen brachte vorliegende Zeitschrift im Heft 6, Jahrgang 1909, und Heft 5, Jahrgang 1910, ausführliche Mitteilungen. Hier möge noch eine andre Bauart der Verriegelung bei solchen Schiffshebewerken vorgeführt werden. Die Riegel sind bei dieser Bauart in der Weise angelegt, daß eine Verstellung derselben in der Höhenlage zum Trog stattfinden kann. Wir nehmen ein Hebewerk mit Seitenschwimmern an, wie es die Abbildungen 14 bis 17 im genannten Heft 6 zeigen. Bremsbacken, die an den Führungsbalken angreifen, seien nicht vorhanden; die Regelung der Trogbewegung möge an Zahnstangen geschehen, wie es im später erschienenen Aufsatz angegeben ist.

Nebenstehende Abbildungen zeigen die Verriegelung mit der Stellvorrichtung; auch sei auf die Darstellungen in den frühern Aufsätzen hingewiesen. Einer der großen senkrechten Führungsbalken erscheint im Querschnitt und ist mit b bezeichnet; die quer über dem Trog liegende Brücke mit e. An der Stirn der letztern ist die Platte p befestigt, die mit hakenförmigen Vorsprüngen den Balken b umfaßt. Die Brücke enthält die Lager von den vier Schraubenspindeln i, die zur Höhenänderung der Riegel dienen. Im Rahmen k befinden sich die Muttern; diese tragen Räder. Um letztere ist eine Gelenkkette gespannt, und zur Bewegung dient ein Motor. Die Höhe, um die die Riegel verstellt werden können, ist zu 2 m angenommen. Die Verschiebung der Riegel geschieht durch Drehung des mit h bezeichneten Rades. Dazu ist auch ein Motor nötig. In den Abbildungen sind die Motore nicht dargestellt und auch die Zahnstange und Zahnräder weggelassen.

Abb. 1. Längenschnitt.

Abb. 2. Ansicht gegen das Ende.

Abb. 3. Ansicht von Oben.

Abb. 4.

Abb. 4 zeigt einen Riegelkopf von der Seite. Die Ecken sind abgestumpft, damit das Einschieben leichter geht. Es kann aber vorkommen, daß die Achsen vom Riegel und Loch nicht hinreichend übereinstimmen, nachdem die Massen zum Stillstand gebracht wurden; dann bringt man mittels der Stellschrauben die Riegel in die richtige Höhe. Durch diese Schrauben wird auch die Höhenlage des Troges berichtigt, wenn der Spiegel der angrenzenden Haltung steigen oder fallen sollte. Da die Steigung der Gewinde der Stellschrauben klein anzunehmen ist, so wird eine genaue Einstellung des Troges möglich sein.

Bei ordnungsmäßigem Betrieb werden Schrauben und Riegel wenig beansprucht. Starke Spannungen entstehen

beim Leerlaufen des Troges. Derselbe sei 70 m lang, 8,8 m breit und die Wassertiefe = 2,5 m. Das Wassergewicht ist = 1540 t, und wenn dasselbe fehlt, wirkt in einer Spindel eine Kraft von 385 t. Dieselbe entsteht allmählich, und daher kann die zulässige Spannung zu $1\frac{1}{2}$ t pro qcm angenommen werden. Danach ergibt sich der Kerndurchmesser der Schraube $= \sqrt{\frac{385}{1,5} \cdot \frac{4}{\pi}} =$ (rund) 18 cm.

Die große Kraft, die nach dem Leerlaufen auf einen Riegelkopf wirkt, ist = 770 t, der Hebelarm = 80 cm (siehe Abb. 1). Der Balken ist durchschnittlich 80 cm hoch, die Stärke an der Auflagerstelle = 40 cm, das Widerstandsmoment daselbst $= \frac{40 \cdot 80^2}{6} = 42666$ und die Spannung $= \frac{770 \cdot 80}{42666} =$ (rund) $1\frac{1}{2}$ t.

Bei jedem Hebewerk wird manchmal Steigen oder Fallen des Wassers in den angrenzenden Haltungen eintreten. Dabei ändert sich in der Regel auch der senkrechte Abstand der Spiegel der Haltungen. Nun ist aber der Abstand der Riegellöcher in den Führungsbalken unveränderlich, und deshalb wird es öfter nötig sein, die Riegel in der Höhe zum Trog zu verstellen. Damit bei regem Verkehr kein Zeitverlust entsteht, kann man die Verstellung während des Auf- oder Abstieges des Troges vornehmen. Bei Hebewerken mit großem Verkehr stelle man auf der Trogbrücke zwei Wärter an, einen für den Betrieb an der Zahnstange, den andern für den der Riegel. Da diese großes Gewicht haben, so empfiehlt es sich, den Rahmen, in dem sie liegen, auszubalancieren, z. B. durch Gegengewichte, die an Seilrollen hängen.

Es ist möglich, daß nach einigen Jahren ein Schiffshebewerk von größerm Hub ausgeführt werden wird im Großschiffahrtsweg Berlin-Stettin. Bei Niederfinow ist ein Gefälle von (rund) 36 m. Dort wird jetzt eine Schleusentreppe gebaut, später wahrscheinlich noch ein zweiter Abstieg. Vor einigen Jahren war ein engerer Wettbewerb für diesen Abstieg ausgeschrieben und den Bewerbern die Wahl der Einrichtung (Schleuse, Hebewerk oder geneigte Ebene) freigestellt. Nachdem die Entwürfe eingegangen und geprüft, konnte man sich aber nicht zu einer Ausführung entschließen, da die Sicherheit der Anlagen nicht ganz einwandfrei erschien. Die Bewerber erhielten Honorar für ihre Arbeit*).

Wenn bei Niederfinow nur Schleusen sein werden, so gehen ungeheure Wassermengen ungenutzt zu Tal. Vielleicht genügt das vorhandene Wasser nicht bei dem großen zu erwartenden Verkehr, dann wären große Mengen aufzupumpen in die Scheitelhaltung, damit die Schleusen gespeist werden können. Allen Schiffern würde ein Aufenthalt von etwa zwei Stunden an den Treppen entstehen; während dieser Zeit würden sie nichts verdienen, müßten ihren Leuten aber Lohn und Kost geben. Ganz anders wäre es, wenn neben der jetzt im Bau begriffenen Schleusentreppe ein leistungsfähiges Hebewerk vorhanden sein wird. Dann könnte man den größern Teil des Verkehrs durch dieses führen, Aufpumpen von Wasser würde vielleicht gar nicht nötig sein; die Schiffer haben nur kurzen Aufenthalt und sparen Kost und Lohn. Ein leistungsfähiges Hebewerk würde im Großschiffahrtsweg um so mehr erwünscht sein, als bei der schnell anwachsenden Bevölkerung der Reichshauptstadt auf zunehmenden Kanalverkehr zu rechnen ist.

Für den zweiten Abstieg bei Niederfinow kann auch die in dieser Zeitschrift mitgeteilte Schleuse mit Seitenschwimmern in Betracht kommen. Solche Schleuse zeigen die Abbildungen 14—17 in Heft 6 dieser Zeitschrift, Jahrgang 1909. Der Hub wurde dort zu 30 m angenommen, kann natürlich auch 36 m sein wie bei Niederfinow. Der veränderliche Auftrieb der tauchenden Teile wäre auf irgend eine Art auszugleichen. Zur Bewegung des Troges wäre die Einrichtung mit Zahnstangen zu wählen, wie sie angegeben ist in Heft 1, Jahrgang 1910. Da in der untern Haltung große Schwankungen in der Höhe des Wasserspiegels vorkommen, so müßte die Verriegelung zum Verstellen eingerichtet sein, wie im vorliegenden Aufsatz angenommen ist.

*) Zum genannten Bewerb war auch Schreiber dieser Zeilen geladen. Ich beteiligte mich mit einer Querebene, auf welcher der Trog durch Schraubenführung gehalten wird. Siehe „Glasers Annalen“ 1908, S. 247 und 252, und 1909, S. 218 bis 223.

Ein in dieser Weise eingerichtetes Hebewerk würde wahrscheinlich betriebssicher sein. Die auf- und abgehenden Massen sind fast im Gleichgewicht mit dem Auftrieb und befinden sich beinahe in der Schwebe. Würde eine der Zahnstangen brechen, so ist noch die andre da. Brechen aber beide, so verhindert das Wasser in den Zylindern beschleunigte Geschwindigkeiten. Ging der Trog nach unten, so nimmt die Bewegung sofort ab, wenn die Schwimmer in den verengten Teil kommen; es entsteht kein Stoß, wenn der Trog sich aufsetzt. Beim Aufstieg kommt alles zur Ruhe beim Auftauchen der Schwimmer.

Der Betrieb des Werkes kostet nicht viel. Es wird nur wenig Wasser aus der obern Haltung gebraucht, und die nötige Motorarbeit ist nicht erheblich. Das wurde nachgewiesen im Aufsatz von 1909. Bei den meisten Teilen des Werkes, die sich gegeneinander bewegen, kommen keine großen Pressungen vor, z. B. bei den Führungsschuhen, bei den Teilen der Verriegelung. Da wird die Abnutzung nicht groß, Reparaturen selten sein. Der bzw. die auf der Brücke stehenden Wärter haben die Einrichtungen, die sie zu bedienen haben, immer vor Augen und in unmittelbarer Nähe, erblicken auch immer unter sich den Trog.

In den frühern Aufsätzen wurde die durchschnittliche Geschwindigkeit zu $\frac{1}{4}$ Meter in der Sekunde angenommen. Der Hub dauert dann etwa $2\frac{1}{2}$ Minuten. Um die Fahrt des Schiffes im Trog (hinein und heraus) abzukürzen, kann man Umläufe mit Stromerzeugungsmitteln anlegen. Ein derartig eingerichtetes Hebewerk leistet mehr als eine Schleusentreppe, bei der oft ein Schiff warten muß, bis die Schiffe in den übrigen Schleusen abgefertigt sind. Beim Hebewerk kann man die Schiffe in ununterbrochener Folge fördern, und die Förderung selbst dauert kürzere Zeit.

Näheres über Umläufe mit Stromerzeugung ist angegeben im Heft 5, Jahrgang 1910 dieser Zeitschrift, Seite 365 bis 368. Dort ist gezeigt, daß ein Hebewerk, welches solche Umläufe hat, nicht erheblich teurer wird als ein Werk ohne Umläufe. Ersteres kann sogar billiger werden in der Anlage. Man kann auch bei der Neuanlage eines Hebewerkes die Umläufe fortlassen und sie später hinzufügen, wenn der Verkehr größer wird. Es ließe sich zuerst nur der untere weniger Anlagekosten erfordernde Umlauf einrichten. Bei diesem wäre zur Stromerzeugung ein Motor und ein Wasserrad entbehrlich; die Strömung kann erzeugt werden durch Oberwasser, das durch Rohre in den Umlauf geführt wird. Die Wirkung wäre also wie bei einer Strahlpumpe.

Die Mäntel der großen Zylinder werden fast nur auf Zug beansprucht. Die Eisenmasse derselben ist, wie ein Ueberschlag ergab, so bedeutend gerade nicht. Vorteilhaft ist es beim Hebewerk mit Seitenschwimmern, daß die großen Führungsbalken an den Querbalken der Zylinder befestigt werden können. Wären letztere nicht da, dann hätte man große und starke Gerüste nötig. Solche Führungsgerüste erfordern bei großen Hubhöhen viel Eisen. Dieses wird hier gespart.

Der mittlere Wasserdruck auf die Schwimmer bei tiefster Stellung ist bei einem Hebewerk von 36 m Hub

ungefähr doppelt so groß als beim Henrichenburger Werk. Die Tauchtiefe ist nämlich im ersten Fall durchschnittlich $36 + \frac{15,25}{2} =$ rund $43,6^{m}$, im letztgenannten $= 16 + \frac{12,9}{2} =$ rund $22,5^{m}$. Daraus folgt aber nicht, daß die Schwimmer für ein Hebewerk bei Niederfinow zweimal soviel Eisen nötig haben als die Henrichenburger. Bei letztern ist man nämlich mit der zulässigen Beanspruchung gar zu vorsichtig gewesen und hat die größte Spannung pro qcm nur $= 500—600^{kg}$ angenommen. (Siehe Zentralblatt der Bauverwaltung 1896, Seite 309 und 323.) Nach den neuesten ministeriellen Bestimmungen (Zentralblatt 1910, Seite 107) sind bei Decken Beanspruchungen bis zu 1200^{kg} gestattet. Dennoch kommen bei Decken Stöße und Erschütterungen vor; diese sind bei Schwimmern ganz ausgeschlossen. Bei diesen wird man wohl die zulässige Spannung $= 1000^{kg}$ annehmen dürfen. Zu bemerken ist noch, daß Schwimmer für ein Hebewerk von 36^{m} Hub etwas mehr Volumen haben müssen als die Henrichenburger.

Ueber die Materialmengen kann ohne ausführliche Berechnungen natürlich nichts Genaues angegeben werden. Auch läßt sich im voraus nicht sicher bestimmen, wie die hier vorgeführte Schwimmerschleuse funktioniert. Dazu ist Ausführung und Erprobung nötig.

Bekanntlich haben die im Auslande bestehenden Schiffselevatoren zwei Tröge. Das hier vorgeführte System mit Seitenschwimmern dürfte mit seinem einen Trog wohl ebensoviel leisten, namentlich wenn es Umläufe mit Stromerzeugung bekommt. Dies System ist sicherer, braucht weniger Oberwasser; alles ist leicht zugänglich, tiefe Fundierungen kommen nicht vor. Bei den ausländischen Hebewerken sind dagegen manche Teile (z. B. das Innere der Pressen) kaum zugänglich, die Anlagekosten dürften selbst bei gutem Baugrund größer sein, da Tröge, Pressen, Schächte und Führungsgerüste doppelt vorhanden sind. Schlechter Baugrund vergrößert die Anlagekosten ganz bedeutend. Ungünstige Ereignisse, z. B. Leerlaufen des Troges, bringen den Elevator in Gefahr und können Kippen des Troges zur Folge haben. Nachgewiesen habe ich das in Glasers Annalen vom Jahre 1905, Seite 30.

Alte Grabmalkunst.

Erst langsam hat sich die Erkenntnis Bahn gebrochen, daß auch die Zeichen des Gedenkens, mit denen wir die Gräber der Verstorbenen schmücken, nicht allein den Händen von Steinmetzmeistern und Grabmalfabrikanten überlassen bleiben dürfen. Zum größten Teile bieten unsre Friedhöfe noch jetzt ein Bild trostloser künstlerischer Verlassenheit. Reihen von weißen Kreuzen auf dunklem Sockel, alle nach demselben Modell gearbeitet, mit Goldschrift verziert, schlagen jede Stimmung für den natürlich empfindenden Menschen, der Andacht zwischen den Gräbern sucht, tot. Sockel aus Zement, granitartig angestrichen, Miniaturquader, in einen kleinen Sandsteinblock eingehauen, kalt wirkende glänzende Obelisken, kurzum alles, was für den Zweck Grabmal möglichst entfernt liegt, dient als „Motiv“ für den Grabschmuck. Das Naheliegendste — die einfache senkrechte Platte, der vierkantige Block,



Abb. 1. Friedhof in Neuenkirchen a. U.

deren Ausbildungsmöglichkeit keine Grenzen gezogen sind — wird geflissentlich übersehen. Meist glänzt's auch nicht genug. Das Einfache, Schlichte genügt nicht mehr, so verbildet ist schon der allgemeine Geschmack. Ein schönes Beispiel dafür bilden auch die Leichenwagen; statt daß sie einfach, würdig und ernst ausgebildet werden, brechen sie unter der Last silberstrahlender schwulstiger Ornamente. An allen Ecken regt sich's ja. München baut seine wundervollen Musterfriedhöfe. Gesellschaften bilden sich, um gute Grabmalkunst zu verbreiten. Vereine beginnen überall die Arbeit. Und doch, werden diese Anstrengungen auch wirklich Erfolg bei der großen Menge haben? Es tritt auch hier wieder die Erscheinung auf, daß die Kunst bezeichnen. Die fünf Beispiele auf Abb. 1 sind senkrecht aufgestellte glatte Platten, bei denen nur der Kopf verziert ist. Die obere Umrißlinie ist gebogen und umschließt eine einfache Darstellung, meist Wappen, einmal einen geflügelten Kopf. Die übrige Fläche wird von der Schrift ausgefüllt. Und wie schön ist diese Schrift, sowohl in der Form, als in der Verteilung. Allerdings springt einem nicht gleich in die Augen, das hier der Kommerzienrat A., oder der Bürger B. ruht, der Name fügt sich dem übrigen Schriftbild gut ein und man muß lesen, suchen, geistig arbeiten, um zu wissen, wen der Grabhügel deckt. Das schärft das Erinnerungsvermögen, das Grab wird auch von Fernstehenden nicht so leicht vergessen. Wie ausbildungs-





Abb. 2. Vom Friedhof in Neuenkirchen a. U. Abb. 3.

von den Höhergebildeten, Höherempfindenden ins Volk getragen werden soll. Früher war's anders. Da empfand das Volk von sich selbst aus richtig, künstlerisch, wie wir's jetzt nennen. Belege dafür sind unzählig vorhanden und oft schon genannt worden. Vom einfachen Gerät des Bauern bis zum reichsten Schmuckstück des Patriziers, des Bürgers bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts. Hätten sonst auch die einfachen und reichern stimmungsvollen Grabmäler auf unsern malerischen alten Friedhöfen entstehen können, wenn nicht ein sicheres künstlerisches Gefühl (ohne daß es als solches zum Bewußtsein kam) im Volksempfinden selbst ruhte? Konnten sonst auf dem einsamen kleinen Friedhofe in dem weltabgeschiedenen Neuenkirchen an der Unterweser die Grabsteine stehen, die hier abgebildet werden? Man könnte sie als Musterbeispiele für künstlerische Behandlung der einfachen Platte fähig die einfache Platte ist und welch gute Ueberlieferung sich noch bis in den Anfang des 19. Jahrhunderts erhalten hat, zeigen die beiden folgenden Abbildungen, die zwei Grabmäler von vorne und von hinten darstellen. Sinnbilder der Frömmigkeit und der Vergänglichkeit alles Irdischen werden von einfachem Ornament eingefaßt, eine Vase schmückt das bekrönende Gesims, Umriß und Sockel werden durch einfache Formen belebt und reicher gestaltet; die Hauptsache bildet hier wieder die schöne Schrift in guter Verteilung auf der Fläche. Das Grabmal Abb. 2 rechts, Abb. 3 links ist von 1804, das Grabmal Abb. 2 links, Abb. 3 rechts von 1794. Es ist nicht unmöglich, daß auf einem der Dörfer in der Umgebung Neuenkirchens ein Steinmetzmeister gesessen hat, der diese schönen Steine schuf, von den Grabplatten Abb. 1 ist es wohl als sicher anzunehmen, daß sie Arbeiten eines ländlichen Meisters

sind. Die beiden andern Steine könnten auch in Bremen entstanden sein. Sicher hat der alte Meister, mag er nun in Bremen oder auf dem Lande gesessen haben, nicht an Kunst in unserm Sinne gedacht, als er seine Grabmäler schuf; eine gute Ueberlieferung fester Formen und eine sichere Beherrschung des Materials haben ihm den Meißel geführt. Die Abbildungen geben nur einige von den vielen Grabsteinen wieder, die noch auf dem Friedhofe von Neuenkirchen erhalten sind und hoffentlich recht lange erhalten bleiben. *Franz Krüger*, Architekt, B. D. A.

Statische Untersuchung von Silowänden.

Von Dipl.-Ing. H. Marcus (Düsseldorf).

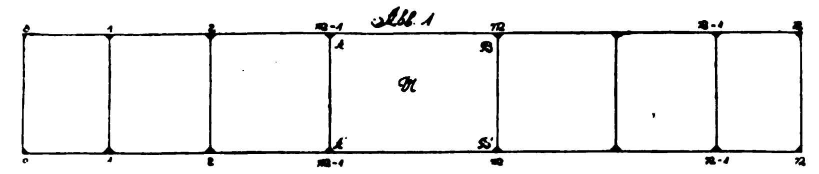
Die statische Untersuchung von Silowänden wird im allgemeinen in der Praxis unter der Voraussetzung durchgeführt, daß jede Zelle für sich einen geschlossenen Rahmenträger bildet, dessen Formänderung sich unabhängig vom starren Zusammenhang mit den übrigen Teilen des Zellensystems gestaltet; die gegenseitige Wirkung benachbarter Zellen, hinsichtlich Belastung und Beanspruchung, wird vollständig außer acht gelassen.

Die vorliegende Arbeit bezweckt festzustellen, in wie fern die Ergebnisse der Rechnungsverfahren, welche auf diese von vornherein willkürlich erscheinende Annahme gegründet sind, den wirklichen Spannungsverhältnissen entsprechen, und welche Sicherheit sie für die Konstruktionen bürgen können.

Wir werden zunächst die Theorie der einreihigen Zellensysteme entwickeln; die Untersuchung zwei- und mehrreihiger Zellensysteme soll in einer spätern Veröffentlichung behandelt werden.

Teil I. Das einreihige Zellensystem.

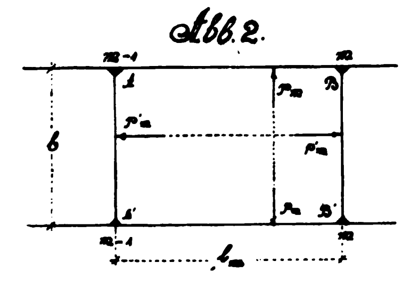
Das einreihige Zellensystem (Abb. 1) besteht aus zwei parallelen Längswänden, welche miteinander durch



parallele Querwände verbunden werden; letztere teilen das Trägergebilde in Zellen $AA'BB'$.

Einreihige Zellensysteme werden vornehmlich bei großräumigen Silos angeordnet.

Wir setzen voraus, daß alle Wände derartig starr aneinander angeschlossen sind, daß jeder wagerechte Schnitt durch das gesamte Zellensystem als ein für sich unabhängiges Trägergebilde aufgefaßt werden darf,



nehmen also an, daß in der wagerechten Ebene keine äußere Stützung der Zellen vorhanden ist; die Gleichgewichtsbedingungen seien in der Weise erfüllt, daß in jeder Zelle M (Abb. 2) gegenüberstehende Wandabschnitte den gleichen, entgegengerichteten Druck p_m bzw. p'_m erfahren.

Die Knotenpunkte erhalten von links nach rechts die Ordnungsziffer 0, 1, 2 . . . . m . . . . $n-1$, n.

Wir bezeichnen mit

b: die Breite der m^{ten} Zelle,

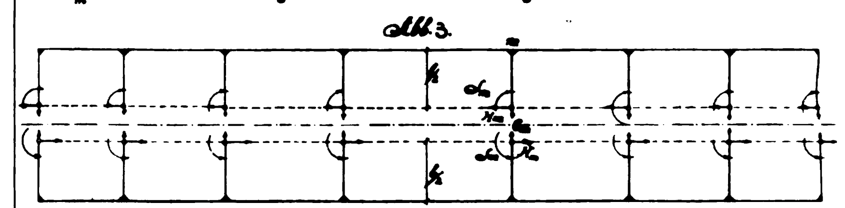
l_m: die Länge der m^{ten} Zelle,

I_m: das mittlere Trägheitsmoment der Längswände der m^{ten} Zelle,

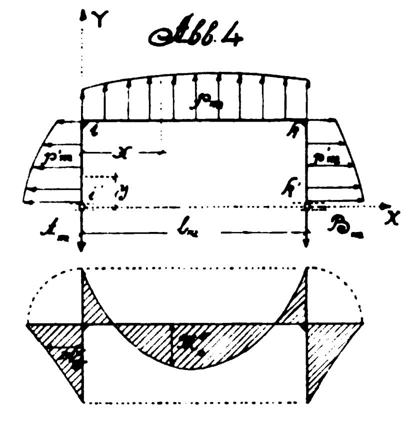
F_m: den mittlern Querschnitt der Längswände der m^{ten} Zelle,

I^v_m: das mittlere Trägheitsmoment der m^{ten} Querwand,

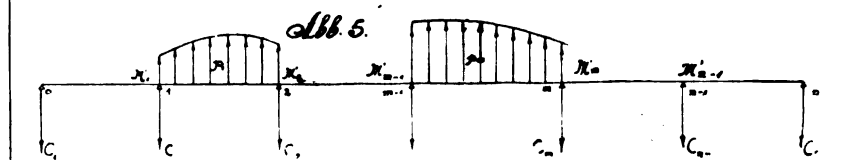
F^v_m: den mittlern Querschnitt der m^{ten} Querwand.



Wir legen durch die Mitte der Querwände einen wagerechten Schnitt durch und ersetzen die an den Schnittstellen auftretenden Spannkräfte durch die drei Kraftgrößen C_m, H_m und S_m (Abb. 3). Wenn n-Zellen vorhanden sind, so treten je $(n+1)$ Kraftgrößen C, H und S auf; mit Rücksicht aber auf die drei Gleichgewichtsbedingungen, welchen jede Hälfte des Zellensystems an



sich genügen muß, ist das Trägergebilde nur $3n$-fach innerlich statisch unbestimmt. Als Hauptsystem führen wir für jede Zellenhälfte einen Stabzug $ii'kk'$ (Abb. 4) in der Form eines einfachen Rahmens, welcher die Drücke



p_m und p'_m zu übernehmen hat. Die zugehörigen Auflagerdrücke, Biegungsmomente und Axialkräfte seien mit A_m, B_m, M_0 und N_0 bezeichnet. — Wir bilden weiter für die Längswände einen stellvertretenden durchlaufenden Balken (Abb. 5), dessen Stützenpunkte mit den Knotenpunkten zusammenfallen und welcher mit den Drücken p_m belastet ist; zwischen den Stützenmomenten M'_m und den Stützenreaktionen C_m dieses Balkens bestehen bekanntlich, wenn

$$C_{0m} = A_{m+1} + B_m$$

gesetzt wird, die Fundamentalgleichungen:

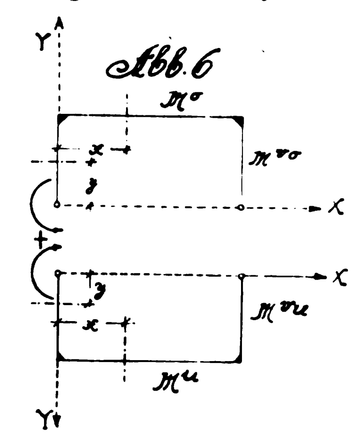
$$\text{I)}\left\{\begin{aligned}
C_0 &= C_{00} + \frac{M'_1}{l_1}\\
C_1 &= C_{01} - \frac{M'_1\,(l_1+l_2)}{l_1\,l_2} + \frac{M'_2}{l_2}\\
C_2 &= C_{02} + \frac{M'_1}{l_2} - \frac{M'_2\,(l_2+l_3)}{l_2\,l_3} + \frac{M'_3}{l_3}\\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\\
C_m &= C_{0m} + \frac{M'_{m-1}}{l_m} - \frac{M'_m\,(l_m+l_{m+1})}{l_m\cdot l_{m+1}} + \frac{M'_{m+1}}{l_{m+1}}.
\end{aligned}\right.$$

In ähnlicher Weise bilden wir zwischen den Kraftgrößen H und S die folgenden Gleichungssysteme:

$$\text{II)}\left\{\begin{aligned}
\alpha_1 &= H_0\\
\alpha_2 &= H_0 + H_1\\
\alpha_3 &= H_0 + H_1 + H_2\\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\\
\alpha_m &= H_0 + H_1 + H_2 + \ldots + H_{m-1}
\end{aligned}\right\}\ \text{oder}\ H_m = \alpha_{m+1} - \alpha_m.$$

$$\text{III)}\left\{\begin{aligned}
\beta_1 &= S_0\\
\beta_2 &= S_0 + S_1\\
\beta_3 &= S_0 + S_1 + S_2\\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\\
\beta_m &= S_0 + S_1 + S_2 + \ldots + S_{m-1}
\end{aligned}\right\}\ \text{oder}\ S_m = \beta_{m+1} - \beta_m.$$

Wir können nun mit Hilfe der Werte M', α, β einerseits und den Werten M_0, N_0 andrerseits folgende einfache Darstellung der Biegungsmomente M und der Axialkräfte N im gesamten Zellensystem erzielen:



a) obere Längswand der m^{ten} Zelle (Abb. 6),

$$\left\{\begin{aligned}
M^o &= M_0^o + M'_{m-1} + \frac{M'_m - M'_{m-1}}{l_m}\cdot x - \alpha_m\cdot\frac{b}{2} - \beta_m\\
N^o &= N_0^o + \alpha_m;
\end{aligned}\right.$$

b) untere Längswand der m^{ten} Zelle,

$$\left\{\begin{aligned}
M^u &= M_0^u + M'_{m-1} + \frac{M'_m - M'_{m-1}}{l_m}\cdot x + \alpha_m\cdot\frac{b}{2} - \beta_m\\
N^u &= N_0^u - \alpha_m;
\end{aligned}\right.$$

c) m^{te} Querwand,

$$\left\{\begin{aligned}
M^{ov} &= M_0^{ov} + y\,(\alpha_m - \alpha_{m+1}) + \beta_m - \beta_{m+1}\\
M^{uv} &= M_0^{uv} - y\,(\alpha_m - \alpha_{m+1}) + \beta_m - \beta_{m+1}\\
N^v &= N_0^v + \frac{M'_{m-1} - M'_m}{l_m} - \frac{M'_m - M'_{m+1}}{l_{m+1}}.
\end{aligned}\right.$$

Durch die Indices o und u sind hierbei die der obern bzw. untern Zellenhälfte gehörigen Werte charakterisiert.

$$\text{Setzen wir nun}\quad\left\{\begin{aligned}
M'_m - \beta_m &= X_m\\
M'_m - \beta_{m+1} &= Y_m\\
\beta_m - \beta_{m+1} &= Y_m - X_m,
\end{aligned}\right.$$

so gehen die Momentengleichungen über in:

$$\left\{\begin{aligned}
&1)\quad M^o = M_0^o + Y_{m-1} + \frac{X_m - Y_{m-1}}{l_m}\cdot x - \alpha_m\cdot\frac{b}{2}\\
&2)\quad M^u = M_0^u + Y_{m-1} + \frac{X_m - Y_{m-1}}{l_m}\cdot x + \alpha_m\cdot\frac{b}{2}\\
&3)\quad M^v = M_0^v + (Y_m - X_m) \pm y\,(\alpha_m - \alpha_{m+1}).
\end{aligned}\right.$$

Die drei Gruppen X, Y und α werden als statisch unbestimmte Größen gewählt, und ihre Ermittlung erfolgt auf Grund des Castiglianoschen Satzes:

$$\left\{\begin{aligned}
\frac{\partial A_i}{\partial X_m} &= 0\\
\frac{\partial A_i}{\partial Y_m} &= 0\\
\frac{\partial A_i}{\partial \alpha_m} &= 0,
\end{aligned}\right.$$

wobei die Arbeit A_i der innern Spannkräfte unter Zugrundelegung der bekannten Müller-Breslauschen Bezeichnungen*) in der Form

$$A_i = \int\frac{M^2\,dx}{2\,EI} + \int\frac{N^2\,dx}{2\,EF} + \int\frac{\varepsilon\,\Delta t}{h_0}\cdot M\,dx + \int\varepsilon\,t\,N\,dx$$

dargestellt wird.

Bei den folgenden Entwicklungen werden wir zunächst den Einfluß der unmittelbaren Belastung und dann den Einfluß der Temperatur untersuchen.

§ 1.
Einfluß der Belastung.

Bezeichnet man mit I_c ein beliebiges Trägheitsmoment und nimmt man für alle Trägerteile den gleichen konstanten Elastizitätsmodul E an, so lauten die Elastizitätsgleichungen, wenn die Formänderungsarbeit der Axialkräfte gegen die weit beträchtlichere Formänderungsarbeit der Biegungsmomente vernachlässigt wird:**)

$$\left\{\begin{aligned}
&\text{IVa)}\quad EI_c\cdot\frac{\partial A_i}{\partial X_m} = \int M\cdot\frac{\partial M}{\partial X_m}\cdot\frac{I_c}{I}\cdot dx = 0\\
&\text{IVb)}\quad EI_c\cdot\frac{\partial A_i}{\partial Y_m} = \int M\cdot\frac{\partial M}{\partial Y_m}\cdot\frac{I_c}{I}\cdot dx = 0\\
&\text{IVc)}\quad EI_c\cdot\frac{\partial A_i}{\partial \alpha_m} = \int M\cdot\frac{\partial M}{\partial \alpha_m}\cdot\frac{I_c}{I}\cdot dx = 0.
\end{aligned}\right.$$

Wir führen folgende Bezeichnungen ein:

$$l'_m = l_m\cdot\frac{I_c}{I_m};\quad b'_m = b\cdot\frac{I_c}{I_m^v}$$

$$\int_0^{l_m} M_0^o\,dx = \mathfrak{F}_m^o;\quad \int_0^{l_m} M_0^u\,dx = \mathfrak{F}_m^u;\quad \int_0^b M_{0m}^v\,dy = \mathfrak{F}_m^v$$

$$\int_0^{l_m} M_0^o\,x\,dx = L_m^o;\quad \int_0^{l_m} M_0^u\,x\,dx = L_m^u$$

$$\int_0^{l_m} M_0^o\,(l_m - x)\,dx = R_m^o;\quad \int_0^{l_m} M_0^u\,(l_m - x)\,dx = R_m^u$$

$$\int_0^{b/2} M_{0m}^{ov}\cdot y\,dy = \mathfrak{S}_m^o;\quad \int_0^{b/2} M_{0m}^{uv}\cdot y\,dy = \mathfrak{S}_m^u.$$

Die Werte $\mathfrak{F}$ stellen die Inhalte der M_0-Flächen, die Werte L, R und $\mathfrak{S}$ die statischen Momente derselben in bezug auf Knotenpunktsmomente und Querwandmitte dar.

Durch Einführung der Werte M aus Gl. 1), 2), 3) in die Gleichungen IV) ergeben sich die folgenden Hauptgleichungen:

$$\text{Va)}\ \frac{l'_m}{l_m^2}(L_m^o + L_m^u) - \frac{b'_m}{b}\mathfrak{F}_m^v + \frac{l'_m}{6}\cdot 2\,(Y_{m-1} + 2\,X_m) + b'_m\,(X_m - Y_m) = 0$$

$$\text{Vb)}\ \frac{l'_{m+1}}{l_{m+1}^2}(R_{m+1}^o + R_{m+1}^u) + \frac{b'_m}{b}\cdot\mathfrak{F}_m^v + \frac{l'_{m+1}}{6}\cdot 2(2\,Y_m + X_{m+1}) - b'_m(X_m - Y_m) = 0$$

$$\text{Vc)}\left\{\begin{aligned}
&-\frac{b^2}{12}\,(\alpha_{m-1}\cdot b'_{m-1} + \alpha_{m+1}\,b'_m) + \frac{b^2}{12}\cdot\alpha_m\,(6\,l'_m + b'_{m-1} + b'_m)\\
&-\frac{b}{2}\cdot\frac{l'_m}{l}(\mathfrak{F}_m^o - \mathfrak{F}_m^u) - \frac{b'_{m-1}}{b}(\mathfrak{S}_{m-1}^o - \mathfrak{S}_{m-1}^u) + \frac{b'_m}{b}(\mathfrak{S}_m^o - \mathfrak{S}_m^u)
\end{aligned}\right\} = 0$$

Letztere Gleichung zwischen den drei aufeinanderfolgenden Werten α zeigt die bekannte Clapeyronsche Form und ermöglicht sehr leicht die Ermittlung der α-Gruppe. Ihre Auflösung erübrigt sich aber, sobald die Belastung der Querwände symmetrisch in bezug auf die

*) Vgl. Müller-Breslau: Neuere Methoden der Festigkeitslehre, 3. Aufl., S. 92.

**) Die Vernachlässigung ist bei den üblichen Querschnittsverhältnissen der Wände immer zulässig.

Querwandmitte verteilt ist, und dies ist der einzige Fall, der praktisch in Betracht kommt. Es werden dann

$$M^o_{0m} = M^u_{0m},\ \mathfrak{F}^o_m = \mathfrak{F}^u_m,\ \mathfrak{S}^o_m = \mathfrak{S}^u_m,$$

mithin überall $\qquad \alpha = 0,$

d. h. es tritt in der Querwandmitte keine Querkraft mehr auf, und, wie es auch die Symmetrie erfordert, werden die Biegungsmomente M^o und M^u, die Axialkräfte N^o und N^u in den Längswänden an den entsprechenden Stellen gleich.

Aus den Gleichungen Va) und Vb) können auch Clapeyronsche Gleichungen gewonnen werden.

Setzen wir:

$$-\frac{3\,l'_m}{l^2_m}(L^o_m + L^u_m) + \frac{3\,b'_m}{b}\cdot\mathfrak{F}^v_m = K'_m$$

$$-\frac{3\,l'_{m+1}}{l^2_{m+1}}(R^o_{m+1} + R^u_{m+1}) - \frac{3\,b'_m}{b}\cdot\mathfrak{F}^v_m = K''_{m+1}$$

$$\frac{3\,b'_m}{3\,b'_m + 2\,l'_m} = \rho_m;\quad \frac{3\,b'_m}{3\,b'_m + 2\,l'_{m+1}} = \rho'_{m+1}$$

$$\frac{2\,l'_m}{3\,b'_m + 2\,l'_m} = \mu_m;\quad \frac{2\,l'_{m+1}}{3\,b'_m + 2\,l'_{m+1}} = \mu'_{m+1},$$

so ergibt sich zunächst:

$$\text{VIa)}\ \left\{ X_m = \frac{K'_m}{2\,l'_m}\cdot\mu_m - \frac{Y_{m-1}}{2}\cdot\mu_m + Y_m\cdot\rho_m. \right.$$

$$\text{VIb)}\ \left\{ Y_m = \frac{K''_{m+1}}{2\,l'_{m+1}}\cdot\mu'_{m+1} - \frac{X_{m+1}}{2}\cdot\mu'_{m+1} + X_m\cdot\rho'_{m+1}. \right.$$

Durch Einführung dieser Werte in die Gleichung:

$$Y_{m-1}\cdot l'_m + 2\,(X_m\cdot l'_m + Y_m\cdot l'_{m+1}) + X_{m+1}\cdot l'_{m+1} = K'_m + K''_{m+1}$$

erhält man schließlich:

$$\text{VIIa)}\ \begin{cases} Y_{m-1}\cdot l'_m\cdot\rho_m + 2\,Y_m\left[l'_m\cdot\rho_m + l'_{m+1}\cdot\rho_{m+1}\left(1+\frac{3}{4}\cdot\frac{\mu_{m+1}}{\rho_{m+1}}\right)\right] + \\ \quad + Y_{m+1}\cdot l'_{m+1}\cdot\rho_{m+1} = K'_m\,\rho_m - \frac{K'_{m+1}}{2}\cdot\mu_{m+1} + K''_{m+1}, \end{cases}$$

$$\text{VIIb)}\ \begin{cases} X_{m-1}\cdot l'_m\cdot\rho'_m + 2\,X_m\left[l'_m\cdot\rho'_m\left(1+\frac{3}{4}\cdot\frac{\mu'_m}{\rho'_m}\right) + l'_{m+1}\cdot\rho'_{m+1}\right] + \\ \quad + X_{m+1}\cdot l'_{m+1}\cdot\rho'_{m+1} = K'_m - \frac{K''_m}{2}\cdot\mu'_m + K''_{m+1}\cdot\rho'_{m+1}, \end{cases}$$

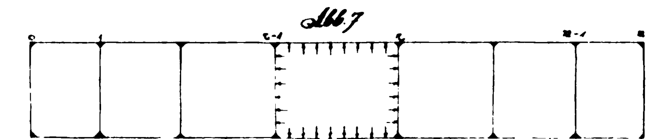
und für die Endfelder:

$$\text{VIIc)}\ \begin{cases} 2\,Y_0\left\{\frac{3}{2}\cdot b'_0 + l'_1\cdot\rho_1\left(1+\frac{3}{4}\cdot\frac{\mu_1}{\rho_1}\right)\right\} + Y_1\cdot l'_1\cdot\rho_1 = \\ \quad = -\frac{K'_1}{2}\cdot\mu_1 + K''_1, \end{cases}$$

$$\text{VIId)}\ \begin{cases} X_{n-1}\cdot l'_n\cdot\rho'_n + 2\,X_n\left\{l'_n\cdot\rho'_n\left(1+\frac{3}{4}\cdot\frac{\mu'_n}{\rho'_n}\right)\right\} = \\ \quad = K'_n - \frac{K''_n}{2}\cdot\mu'_n. \end{cases}$$

Die Auflösung der Gleichungssysteme IV erfolgt in der Weise am einfachsten, daß man der Reihe nach jede Zelle allein belastet annimmt und die Untersuchung so oft wiederholt, als Zellen vorhanden sind.

Es sei z. B. (Abb. 7) die r^{te} Zelle gefüllt.



Wir erhalten ein Y-Gleichungssystem in der Form:

$$\begin{cases} Y_0\,c_0 + Y_1\,a_1 = 0 \\ Y_0\,a_1 + Y_1\,c_1 + Y_2\,a_2 = 0 \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ Y_{r-3}\cdot a_{r-2} + Y_{r-2}\cdot c_{r-2} + Y_{r-1}\cdot a_{r-1} = U_{r-2} \\ Y_{r-2}\cdot a_{r-1} + Y_{r-1}\cdot c_{r-1} + Y_r\cdot a_r = U_{r-1} \\ Y_{r-1}\cdot a_r + Y_r\cdot c_r + Y_{r+1}\cdot a_{r+1} = U_r \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ Y_{n-3}\cdot a_{n-2} + Y_{n-2}\cdot c_{n-2} + Y_{n-1}\cdot a_{n-1} = 0 \\ Y_{n-2}\cdot a_{n-1} + Y_{n-1}\cdot c_{n-1} = 0, \end{cases}$$

welches liefert:

$$\text{für } m < r-1:\ \frac{Y_{m-1}}{Y_m} = -\frac{1}{\varkappa_m}$$

$$\text{für } m > r+1:\ \frac{Y_m}{Y_{m-1}} = -\frac{1}{\varkappa'_m}$$

$$\text{VIII)}\ \begin{cases} Y_{r-1} = \frac{1}{a_r\left(\varkappa_r - \frac{1}{\varkappa'_r}\right)}\left(U_{r-1} - \frac{U_{r-2}}{\varkappa_{r-1}} - \frac{U_r}{\varkappa'_r}\right) \\ Y_{r-2} = -\frac{Y_{r-1}}{\varkappa_{r-1}} + \frac{U_{r-2}}{a_{r-1}\cdot\varkappa_{r-1}} \\ Y_r = -\frac{Y_{r-1}}{\varkappa'_r} + \frac{U_r}{a_r\cdot\varkappa'_r}, \end{cases}$$

wobei

$$\begin{cases} \varkappa_m = \frac{c_{m-1} - \frac{a_{m-1}}{\varkappa_{m-1}}}{a_m} \\ \varkappa_1 = \frac{c_0}{a_1} \\ \varkappa'_m = \frac{c_m - \frac{a_{m+1}}{\varkappa'_{m+1}}}{a_m} \\ \varkappa'_{n-1} = \frac{c_{n-1}}{a_{n-1}}. \end{cases}$$

Im Sonderfall, wo $r = n$ ist (Füllung der Endzelle), ist

$$\text{VIIIa)}\qquad Y_{n-1} = \frac{1}{a_n\cdot x_n}\left(U_{n-1} - \frac{U_{n-2}}{x_{n-1}}\right).$$

Das entsprechende x-Gleichungssystem:

$$\begin{cases} X_1\,c'_1 + X_2\,a'_2 = 0 \\ X_1\,a'_2 + X_2\cdot c'_2 + X_3\cdot a'_3 = 0 \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ X_{r-2}\cdot a'_{r-1} + X_{r-1}\cdot c'_{r-1} + X_r\cdot c'_r = U'_{r-1} \\ X_{r-1}\cdot a'_r + X_r\cdot c'_r + X_{r+1}\cdot c'_{r+1} = U'_r \\ X_r\cdot a'_{r+1} + X_{r+1}\cdot c'_{r+1} + X_{r+2}\cdot c'_{r+2} = U'_{r+1} \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ X_{n-2}\cdot a'_{n-1} + X_{n-1}\cdot c'_{n-1} + X_n\cdot a'_n = 0 \\ X_{n-1}\cdot a'_n + X_n\cdot c'_n = 0 \end{cases}$$

liefert in analoger Weise, wenn für:

$$m < r-1:\ \frac{X_{m-1}}{X_m} = -\frac{1}{k_m},\ \text{wo } k_m = \frac{c'_{m-1} - \frac{a'_{m-1}}{k_{m-1}}}{a'_m}$$

$$m > r+1:\ \frac{X_m}{X_{m-1}} = -\frac{1}{k'_m},\ \text{wo } k'_m = \frac{c'_m - \frac{a'_{m+1}}{k'_{m+1}}}{a'_m}$$

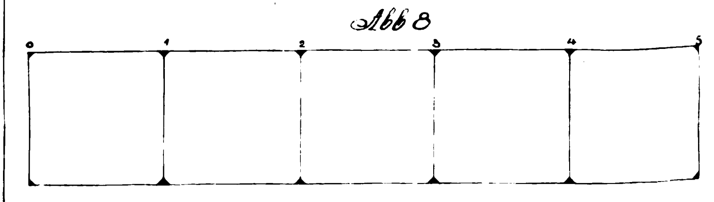
gesetzt wird:

$$\text{IX)}\ \begin{cases} X_r = \frac{1}{a'_r\left(k'_r - \frac{1}{k_r}\right)}\left(U'_r - \frac{U'_{r-1}}{k_r} - \frac{U'_{r+1}}{k'_{r+1}}\right) \\ X_{r-1} = -\frac{X_r}{k_r} + \frac{U'_{r-1}}{a'_r\cdot k_r};\ X_{r+1} = -\frac{X_r}{k'_{r+1}} + \frac{U'_{r+1}}{a'_{r+1}\cdot k'_{r+1}} \end{cases}$$

und für den Sonderfall $r = 1$ (Füllung der Anfangszelle):

$$\text{IXa)}\qquad X_1 = \frac{1}{a'_1\cdot k'_1}\left(U'_1 - \frac{U'_2}{k'_2}\right).$$

Bevor wir unsre Entwicklungen fortsetzen, möge noch ein kleines Zahlenbeispiel durchgeführt werden.



Beispiel 1.

Einreihiges Zellensystem mit fünf gleichen quadratischen Zellen (Abb. 8).



Es sei überall $I_c = I^m = I^v$ und da $b = l$, $b' = l' = l$, so betragen die Koeffizienten

$$\rho = \frac{3b}{3b + 2l} = \frac{3}{5};\quad \mu = \frac{2l}{3b + 2l} = \frac{2}{5};\quad \frac{\mu}{\rho} = \frac{2}{3}.$$

Die Y-Gleichung lautet allgemein, wenn durch $l\rho$ gekürzt wird:

$$Y_{m-1} + 2Y_m\left(2 + \frac{3}{4}\cdot\frac{2}{3}\right) + Y_{m+1} = \frac{K'_m}{l} - \frac{K'_{m+1}}{2l}\cdot\frac{2}{3} + \frac{K''_{m+1}}{l\rho}$$

oder

$$Y_{m-1} + 5Y_m + Y_{m+1} = U_m = \frac{1}{3l}\left[3K'_m - K'_{m+1} + 5K''_{m+1}\right].$$

Es ist also $a_m = 1$, $c_m = 5$ und ausnahmsweise

$$c_0 = \frac{2}{l\rho}\left\{\frac{3}{2}\,b + l\rho\left(1 + \frac{3}{4}\cdot\frac{2}{3}\right)\right\} = 8$$

$$U_0 = \frac{1}{3l}\left[-K'_1 + 5K''_1\right].$$

Die Koeffizienten $\varkappa$ und $\varkappa'$ berechnen sich zu:

$$\begin{cases} \varkappa_1 = \dfrac{c_0}{a_1} = 8 \\ \varkappa_2 = \dfrac{c_1 - \dfrac{a_1}{\varkappa_1}}{a_2} = 5 - \dfrac{1}{8} = \dfrac{39}{8} \\ \varkappa_3 = \dfrac{c_2 - \dfrac{a_2}{\varkappa_2}}{a_3} = 5 - \dfrac{8}{39} = \dfrac{187}{39} \\ \varkappa_4 = \dfrac{c_3 - \dfrac{a_3}{\varkappa_3}}{a_4} = 5 - \dfrac{39}{187} = \dfrac{896}{187}, \end{cases}$$

$$\begin{cases} \varkappa'_4 = \dfrac{c_4}{a_4} = 5 \\ \varkappa'_3 = \dfrac{c_3 - \dfrac{a_4}{\varkappa'_4}}{a_3} = 5 - \dfrac{1}{5} = \dfrac{24}{5} \\ \varkappa'_2 = \dfrac{c_2 - \dfrac{a_3}{\varkappa'_3}}{a_2} = 5 - \dfrac{5}{24} = \dfrac{115}{24} \\ \varkappa'_1 = \dfrac{c_1 - \dfrac{a_2}{\varkappa'_2}}{a_1} = 5 - \dfrac{24}{115} = \dfrac{551}{115}. \end{cases}$$

Die r^{te} Zelle sei allein belastet, und zwar mögen alle vier Wände den gleichen konstanten Druck p_0 erfahren. Es ist also zunächst, wie früher gezeigt: $\alpha = 0$.

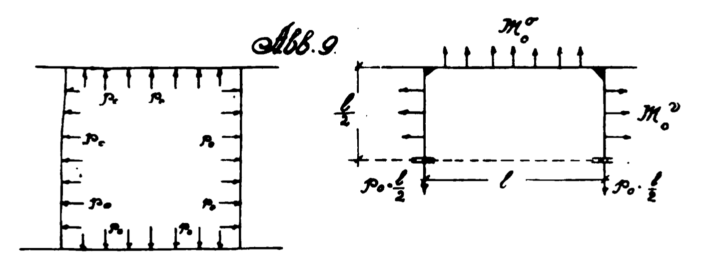


Abb. 9

Das Hauptsystem (Abb. 9) liefert folgende Werte

a) für die r^{te} Längswand:

$$\begin{cases} M^o_0 = \dfrac{p_0}{2}\,x\,(l - x) - p_0\,\dfrac{l^2}{8} = M^u_0 \\ L^o_r = R^o_r = L^u_r = R^u_r = -\,p_0\cdot\dfrac{l^4}{48}; \end{cases}$$

b) für die $(r-1)^{\text{te}}$ Querwand:

$$M^{ov}_0 = M^{uv}_0 = -\,p_0\cdot\frac{y^2}{2};\quad \mathfrak{F}^v_{r-1} = -\,p_0\cdot\frac{l^3}{24}$$

und analog

c) für die r^{te} Querwand:

$$\mathfrak{F}^v_r = +\,p_0\cdot\frac{l^3}{24}.$$

Für $r = 3$ erhält man dementsprechend:

$$\begin{cases} U_{r-2} = U_1 = -\,\dfrac{1}{3l}\cdot K'_2 = -\,\dfrac{\mathfrak{F}^v_2}{l} = +\,p_0\,\dfrac{l^2}{24} \\ U_{r-1} = U_2 = \dfrac{1}{3l}\left(3K'_2 - K'_3 + 5K''_3\right) = \\ = \left[+\dfrac{3\mathfrak{F}^v_2}{l} + \left(\dfrac{2L_3}{l^2} - \dfrac{\mathfrak{F}^v_2}{l}\right) - 5\left(\dfrac{2R_3}{l^2} + \dfrac{\mathfrak{F}^v_2}{l}\right)\right] = +\,\dfrac{5}{24}\cdot p_0\,l_2 \\ U_r = U_3 = \dfrac{1}{3l}\left(3K'_3 + 5K''_4\right) = \left[-\left(\dfrac{2L_3}{l^2} - \dfrac{\mathfrak{F}^v_3}{l}\right) - 5\cdot\dfrac{\mathfrak{F}^v_3}{l}\right] = \\ = +\,p_0\cdot\dfrac{l^2}{24}. \end{cases}$$

$$Y_2 = \frac{1}{a_3\left(\varkappa_3 - \dfrac{1}{\varkappa'_3}\right)}\left[\frac{5}{24}\cdot p_0\,l^2 - \frac{1}{24}\cdot p_0\,l^2\left(\frac{1}{\varkappa_2} + \frac{1}{\varkappa'_3}\right)\right]$$

und da $5 - \dfrac{1}{\varkappa_2} = \varkappa_3$, $a_3 = 1$, erkennt man sofort:

$$Y_2 = +\,p_0\cdot\frac{l^2}{24},$$

und infolgedessen:

$$Y_1 = \frac{1}{\varkappa_2}\left(\frac{U_1}{a_2} - Y_2\right) = 0 = Y_0$$

$$Y_3 = \frac{1}{\varkappa'_3}\left(\frac{U_3}{a_3} - Y_2\right) = 0 = Y_4.$$

Der Symmetrie wegen werden auch:

$$X_3 = +\,p_0\,\frac{l_2}{24}$$

$$X_1 = X_2 = X_4 = X_5 = 0.$$

Die Biegungsmomente in den Hauptquerschnitten (Abb. 10) betragen: *)

Abb. 10

$$\begin{cases} M_I = Y_2 - X_2 & = +\,p_0\cdot\dfrac{l^2}{24} \\ M_{II} = Y_2 - X_2 - p_0\,\dfrac{l^2}{8} & = -\,p_0\cdot\dfrac{l^2}{12} \\ M_{III} = Y_2 - p_0\cdot\dfrac{l^2}{8} & = -\,p_0\cdot\dfrac{l^2}{12} \\ M^m = Y_2 + \dfrac{X_3 - Y_2}{2} & = +\,p_0\cdot\dfrac{l^2}{24} \\ M_{III'} = X_3 - p_0\cdot\dfrac{l^2}{8} & = -\,p_0\cdot\dfrac{l^2}{12} \\ M_{II'} = Y_3 - X_3 + p_0\,\dfrac{l^2}{8} & = +\,p_0\cdot\dfrac{l^2}{12} \\ M_{I'} = Y_3 - X_3 & = -\,p_0\cdot\dfrac{l^2}{24} \end{cases}$$

Für $r = 1$ ergibt sich in ähnlicher Weise:

$$\begin{cases} U_{r-2} = 0 \\ U_{r-1} = U_0 = \dfrac{1}{3l}\left[-K'_1 + 5K''_1\right] = \left(2\,\dfrac{L_1}{l^2} - \dfrac{\mathfrak{F}^v_1}{l}\right) - \\ \qquad - 5\cdot\dfrac{\mathfrak{F}^v_0}{l} = +\,\dfrac{8}{24}\cdot p_0\cdot l^2 \\ U_r = U_1 = \dfrac{1}{3l}\left[3K'_1 + 5K''_2\right] = -\,3\left(2\,\dfrac{L_1}{l^2} - \dfrac{\mathfrak{F}^v_1}{l}\right) - \\ \qquad - 5\,\dfrac{\mathfrak{F}^v_1}{l} = +\,\dfrac{1}{24}\cdot p_0\cdot l^2 \end{cases}$$

$$Y_0 = \frac{1}{a_1\left(\varkappa_1 - \dfrac{1}{\varkappa'_1}\right)}\,p_0\cdot\frac{l^2}{24}\left(8 - \frac{1}{\varkappa'_1}\right) = +\,p_0\cdot\frac{l^2}{24}$$

$$Y_1 = \frac{1}{\varkappa'_1}\left(\frac{U_1}{a_1} - Y_0\right) = 0 = Y_2 = Y_3 = Y_4$$

---

*) Der Vorzeichenunterschied zwischen I und I' bzw. II und II' ist eine Folge der Vereinbarung über den Drehungssinn der positiven Biegungsmomente.

und andrerseits nach Gl. VIa:

$$\begin{cases} X_1 = \dfrac{K'_1}{2l_1}\cdot\mu_1 - \dfrac{Y_0}{2}\cdot\mu_1 + Y_1\cdot\rho_1 = \dfrac{\mu_1}{2}\left(\dfrac{K'_1}{l_1} - Y_0\right) = \\ \quad = \dfrac{1}{5}\left[-3\left(\dfrac{2L_1}{l^2} - \dfrac{\mathfrak{F}^v_1}{l}\right) - p_0\cdot\dfrac{l^2}{24}\right] = + p_0\cdot\dfrac{l^2}{24} \end{cases}$$

$$X_2 = X_3 = X_4 = X_5 = 0.$$

Dieses Beispiel zeigt uns, daß bei quadratischen Zellen mit Wänden gleichen Querschnitts die gleichmäßige Füllung einer Zelle keine Beanspruchung der benachbarten Zellen hervorruft. Dies Ergebnis läßt sich auch leicht erklären:

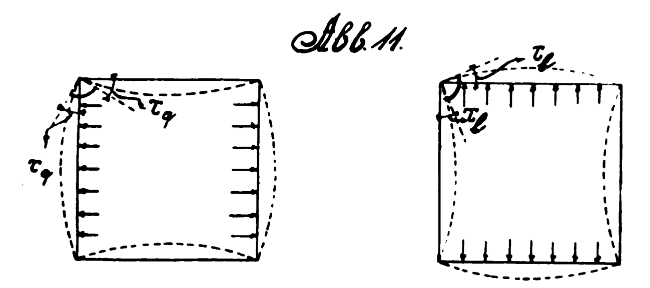


Abb. 11.

denkt man sich nämlich die einzelne Zelle allein vorhanden, so würde (Abb. 11) die Winkeländerung τ_q, welche durch die Belastung der Querwände allein entsteht; durch die Winkeländerung τ_l, welche von der ausschließlichen Belastung der Längswände herrührt, in ihrer Wirkung aufgehoben. Es kann daher in der steifen Ecke keine Verdrehung erfolgen; infolgedessen, auch im gesamten Zellensystem, erfahren die Wandabschnitte in der Nähe der Knotenpunkte keine Richtungsänderung, so daß keine Spannung in den benachbarten Zellen übertragen wird.

Die Bedingung einer vollen Einspannung der Wände, wie sie den in der Praxis üblichen Berechnungen zugrunde gelegt ist, wird also bei quadratischen Zellen genau erfüllt. Die Spannungsverhältnisse gestalten sich aber anders, sobald die Zellen eine rechteckige Form annehmen. Wir behalten uns vor, in einem zweiten Beispiel auf diese Frage zurückzukommen. Vorher geben wir noch einige Anhaltspunkte über die

graphische Lösung der X- und Y-Gleichungssysteme.

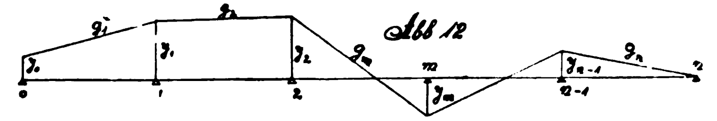


Abb. 12

Von einer Wagerechten aus (Abb. 12) tragen wir in gleichen Abständen die X-Werte als Ordinaten auf und verbinden die Endpunkte durch die Geraden $g_1, g_2 \ldots, g_{n-1}, g_n$, deren Linienzug das X-Polygon genannt werden möge.

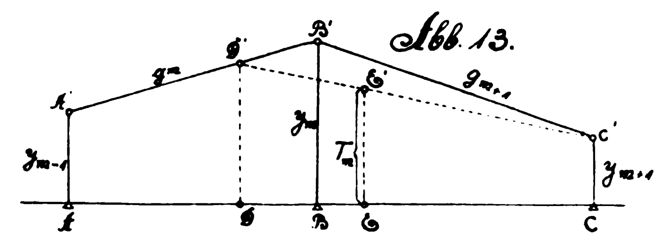


Abb. 13.

Es seien (Abb. 13) $Y_{m-1} = \overline{AA'}$, $Y_m = \overline{BB'}$ bekannt, gesucht ist $Y_{m+1} = \overline{CC'}$.

Unter Zugrundelegung der Gleichungsform

$$Y_{m-1}\cdot a_m + Y_m\cdot c_m + Y_{m+1}\cdot a_{m+1} = U_m$$

bestimmen wir die Punkte D und E derartig, daß

$$\overline{AD}:\overline{AB} = c_m:(a_m + c_m);\quad \overline{DB}:\overline{AB} = a_m:(a_m + c_m)$$

$$\overline{EC}:\overline{DC} = (c_m + a_m):(a_m + c_m + a_{m+1});\quad \overline{ED}:\overline{DC} = a_{m+1}:(a_m + c_m + a_{m+1}).$$

Es ist dann:

$$\overline{DD'} = \frac{\overline{A\cdot A'}\cdot\overline{DB} + \overline{BB'}\cdot\overline{AD}}{\overline{AB}} = \frac{Y_{m-1}\cdot a_m + Y_m\cdot c_m}{a_m + c_m}$$

$$\overline{EE'} = \frac{\overline{DD'}\cdot\overline{EC} + \overline{CC'}\cdot\overline{DE}}{\overline{DC}} =$$

$$= \frac{Y_{m-1}\cdot a_m + Y_m\cdot c_m + Y_{m+1}\cdot a_{m+1}}{a_m + c_m + a_{m+1}} = \frac{U_m}{a_m + c_m + a_{m+1}} = T_m.$$

Mit Hilfe der gegebenen Strecke T_m und der Punkte D und E ist es also möglich, wenn g_m bekannt ist, g_{m+1} zu finden. Legt man (Abb. 14) durch einen Punkt L'_m verschiedene Geraden g_m und konstruiert die zugehörigen Geraden g_{m+1}, so gehen letztere auch durch einen festen Punkt L'_{m+1}, und zwar liegen die drei Punkte L'_m, E und L'_{m+1} in einer Geraden.

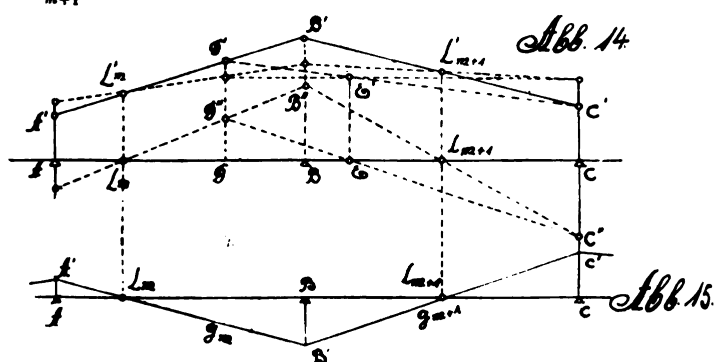


Abb. 14, Abb. 15.

Diese Beziehungen gelten natürlich auch für die Projektionen L_m und E und L_{m+1}, letzterer Punkte auf die Abszissenachse; ist z. B. L_m gegeben, so ziehen wir eine beliebige Gerade $\overline{L_m\cdot B''}$, verbinden $\overline{D''EC''}$ und $\overline{C''B''}$ und erhalten L_{m+1}.

Wenn g_m durch L_m und g_{m+1} durch L_{m+1} hindurchgehen, so gelten die Gleichungen (Abb. 15):

$$\overline{AA'}:\overline{BB'} = Y_{m-1}:-Y_m = \overline{AL_m}:\overline{L_m\cdot B} = 1:\varkappa_m$$

$$\overline{BB'}:\overline{CC'} = Y_m:-Y_{m+1} = \overline{BL_{m+1}}:\overline{L_{m+1}\cdot C} = 1:\varkappa_{m+1},$$

d. h. die Punkte L_m teilen die Geraden g_m bzw. ihre Projektionen im Verhältnis $1:\varkappa_m$, sie sind also Fixpunkte des Y-Polygons. Ist der erste Fixpunkt L_1 (Abb. 16) durch Teilung der Strecke $\overline{01}$ im Verhältnis $1:\varkappa_1 = a_1:c_0 = \overline{OL_1}:\overline{L_1\cdot 1}$ bestimmt worden, so können

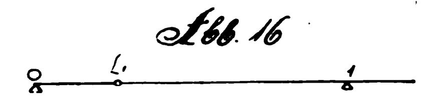


Abb. 16

nach der soeben besprochenen Konstruktion alle andern Punkte L_2, L_3.... L_{n-1} ermittelt werden.

Dasselbe Verfahren wird angewandt, wenn die zweite Gruppe von Fixpunkten R (Abb. 17) gefunden werden soll, welche der Bedingung entspricht:

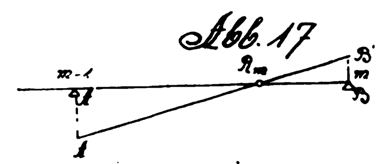


Abb. 17

$$\overline{BB'}:\overline{AA'} = Y_m:-Y_{m-1} = 1:\varkappa'_m = \overline{BR_m}:\overline{R_m A}.$$

Der letzte Fixpunkt R_n fällt, da $Y_n = 0$ ist, mit dem Teilpunkt n zusammen, und von ihm ausgehend, kann man der Reihe nach R_{n-1}, R_{n-2}.... R_3, R_2 ermitteln, wobei darauf geachtet werden muß, daß die Lage der Punkte D_0 und E_0 (Abb. 18) sich aus der Gleichung:

$$\overline{BD_0}:\overline{BC} = a_{m+1}:(c_m + a_{m+1})$$

$$\overline{E_0 D_0}:\overline{AD_0} = a_m:(c_m + a_{m+1} + a_m).$$

ergibt.

Mit Hilfe der Fixpunkte und der Strecken T ist es leicht, das ganze Y-Polygon zu bestimmen. Besonders einfach gestaltet sich das Verfahren, wenn z. B. nur die r^{te} Zelle allein belastet ist.

Wir tragen (Abb. 19) im beliebigen Maßstabe die Strecke $\overline{(r-1), A} = 1$ auf, verbinden $\overline{AL_r}$ und $\overline{AR_r}$ und erhalten:

$$\overline{BC} = \overline{Br} - \overline{Cr} = 1\left(x_r - \frac{1}{x'_r}\right).$$

Zieht man $\overline{(r-1)D}$ parallel $\overline{AC}$, so wird $\overline{DE} = \overline{A,(r-1)} = 1$, und $\overline{DE}:\overline{BC} = \dfrac{1}{x_r - \dfrac{1}{x'_r}}$.

Es sei nun $\overline{BH} = \dfrac{1}{a_r}\left(U_{r-1} - \dfrac{U_{r-2}}{x_{r-1}} - \dfrac{U_r}{x'_r}\right)$, wir verbinden $\overline{AH}$ und erhalten

$$\overline{DF}:\overline{BH} = \overline{DE}:\overline{BC} = \frac{1}{x_r - \dfrac{1}{x'_r}}, \text{ oder}$$

$$\overline{DF} = \frac{1}{a_r\left(x_r - \dfrac{1}{x'_r}\right)}\left(U_{r-1} - \frac{U_{r-2}}{x_{r-1}} - \frac{U_r}{x'_r}\right),$$

also nach Gl. VIII $\overline{DF} = Y_{r-1}$

und wenn $\overline{FF'} \parallel \overline{AC}$ gezogen wird, auch $\overline{(r-1), F'} = Y_{r-1}$.

Beispiel 2.

Einreihiges Zellensystem mit fünf gleichen rechteckigen Zellen (Abb. 21).

Es sei überall

$$l_e = l_m = l_v,\ l'_m = l_m = l,\ b'_m = b = \frac{2}{3}\cdot l.$$

Die Koeffizienten μ und ρ betragen:

$$\rho = \frac{3b}{3b+2l} = \frac{1}{2};\ \mu = \frac{2l}{3b+2l} = \frac{1}{2};\ \frac{\mu}{\rho} = 1.$$

Die Y-Gleichung, durch $l\rho$ gekürzt, lautet allgemein:

$$\begin{cases} Y_{m-1} + 2Y_m\left(2+\dfrac{3}{4}\right) + Y_{m+1} = \\ \quad = \dfrac{1}{l}\left(K'_m - \dfrac{K'_{m+1}}{2} + 2K''_{m+1}\right) \end{cases}$$

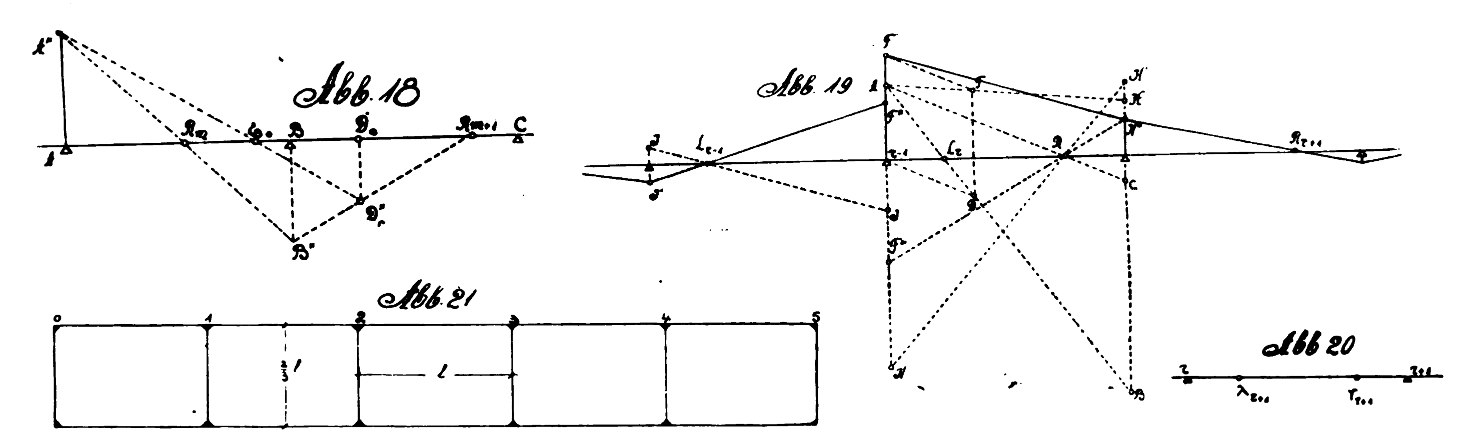
oder

$$\begin{cases} Y_{m-1} + 5{,}5Y_m + Y_{m+1} = U_m = \\ \quad = \dfrac{1}{l}\left(K'_m - \dfrac{K'_{m+1}}{2} + 2K''_{m+1}\right). \end{cases}$$

Es ist also $a_m = 1$, $c_m = 5{,}5$ und ausnahmsweise

$$c_0 = \frac{2}{l\rho}\left[\frac{3b}{2} + l\rho\left(1 + \frac{3}{4}\cdot\frac{\mu}{\rho}\right)\right] = 7{,}5$$

$$U_0 = \frac{1}{l}\left[-\frac{K'_1}{2} + 2K''_1\right].$$



Die Werte $\dfrac{U_{r-2}}{a_r \cdot x_{r-1}}$ und $\dfrac{U_r}{a_r \cdot x'_r}$ werden am besten ebenfalls zeichnerisch bestimmt, indem $\overline{(r-1)\,I} = \dfrac{U_{r-2}}{a_r}$, $\overline{(r-1), K} = \dfrac{U_r}{a_r}$ aufgetragen, und die Geraden $\overline{I, L_{r-1}}$, $\overline{K\cdot R_r}$ gezogen werden, welche liefern:

$$\overline{(r-2), I'} = \frac{U_{r-2}}{a_2 \cdot x_{r-1}} \text{ und } \overline{r\cdot K'} = \frac{U_{r-1}}{a_r \cdot x'_r}.$$

Macht man $\overline{IF'''} = \overline{KF'''} = \overline{(r-1), F'} = Y_{r-1}$ und verbindet $\overline{F''' L_{r-1}}$ und $\overline{F'' R_r}$, so erhält man nach Gl. VIII $\overline{(r-2)\cdot I''} = Y_{r-2}$, $\overline{rK''} = Y_r$, und sofort mit Hilfe der linken und rechten Fixpunkte L und R die übrigen Werte. $Y_{r-3}, Y_{r-4}, \ldots\ldots Y_3, Y_2, Y_1, Y_0$ bzw. $Y_{r+1}, Y_{r+2} \ldots\ldots Y_{n-2}, Y_{n-1}$.

Im Sonderfall $r = n$ muß diese Konstruktion nach Gl. VIIIa sinngemäß geändert werden.

Schließlich sei noch erwähnt, daß in analoger Weise aus den X-Werten ein X-Polygon gebildet werden kann: durch die Verhältniszahlen k und k', welche die Stelle von x und x' annehmen, werden zwei entsprechende Gruppen von Fixpunkten λ_r und ν_r gebildet (Abb. 20), welche zur Auflösung der X-Gleichungen verwandt werden können.

Die Durchführung des graphischen Verfahrens wird im folgenden Beispiel gezeigt.

Analog lautet die X-Gleichung

$$X_{m-1} + 5{,}5X_m + X_{m+1} = \frac{1}{l}\left[2K'_m - \frac{K''_m}{2} + K''_{m+1}\right] = U'_m \cdot -$$

bzw.

$$X_{n-1} + 7{,}5\cdot X_n = \frac{1}{l}\left[2K'_n - \frac{K''_n}{2}\right] = U_n \cdot -,$$

somit auch $a'_m = 1$, $c'_m = 5{,}5$, $c'_n = 7{,}5$.

In Abb. 21a sind die Fixpunkte L, in Abb. 21b die Fixpunkte λ ermittelt worden. Da sämtliche Werte a, a' gleich sind, so fallen die Punkte E, E_0 mit den Teilpunkten zusammen.

Die Punkte D_r und D_{0r} teilen die Teilstrecke im Verhältnis $a_m : c_m = a'_m : c'_m = 1 : 5{,}5$. Die Lage von L_1 ist durch die Zahl x_1, die Lage von λ_2 durch k_2 gegeben, d. h. es werden

$$\overline{OL_1} : \overline{L_1 1} = 1 : x_1 = a_1 : c_0 = 1 : 7{,}5$$

$$\overline{1\cdot\lambda_2} : \overline{\lambda_2\cdot 2} = 1 : k_2 = a'_2 : c'_1 = 1 : 5{,}5.$$

Von L_1 ausgehend bestimmen wir L_2. L_3, L_4, und von λ_2 aus λ_3, λ_4, λ_5. Der Symmetrie wegen entsprechen die Punkte λ des X-Polygons den Punkten R des X-Polygons und umgekehrt die Punkte L des Y-Polygons den Punkten ν des X-Polygons.

Die r^{te} Zelle sei allein belastet, und zwar in allen vier Wänden mit dem gleichen, konstanten Druck p_0.

Es werden also zunächst alle Werte $\alpha = 0$. Wir erhalten:

a) für die r^{te} Längswand (Abb. 22):

$$M_0^o = M_0^u = \frac{p_0}{2}\cdot x(l-x) - p_0\cdot\frac{b^2}{8};\quad L_r^o = L_r^u = +p_0\cdot\frac{l^4}{72}$$

b) für die $(r-1)^{te}$ Querwand:

$$M_0^{ov} = M_0^{uv} = -p_0\cdot\frac{y^2}{2};\quad \mathfrak{F}_{r-1}^v = -p_0\,\frac{l^3}{81}$$

c) für die r^{te} Querwand:

$$\mathfrak{F}_r^v = +p_0\cdot\frac{l^3}{81}.$$

Abb. 22

$$\begin{cases} U_{r-2} = -\frac{1}{2l}\cdot 3\,\mathfrak{F}_{r-1}^v = +p_0\cdot\frac{l_2}{54}, \\ U_{r-1} = +\frac{3\mathfrak{F}_{r-1}^v}{l} + \left(\frac{3L_3}{l^2} - \frac{3}{2}\cdot\frac{\mathfrak{F}_r^v}{l}\right) - 2\left(\frac{6R_r}{l^2} + \frac{3\mathfrak{F}_{r-1}^v}{l}\right) = \\ \quad = -\frac{23}{216}\cdot p_0\cdot l^2, \\ U_r = -\left(\frac{6L_r}{l^2} - \frac{3\mathfrak{F}_r^v}{l}\right) - \frac{6\mathfrak{F}_r^v}{l} = -\frac{13}{108}\,p_0\cdot l^2. \end{cases}$$

Ausnahmsweise für den Fall $r = 1$:

$$U_{r-2} = 0,\quad U_{r-1} = U_0 = \left(\frac{3L_1}{l^2} - \frac{3}{2}\cdot\frac{\mathfrak{F}_1^v}{l}\right) - 2\left(\frac{6R_1}{l^2} + 3\cdot\frac{\mathfrak{F}_0^v}{l}\right) = -\frac{5}{72}\cdot p_0\cdot l^2.$$

Der Symmetrie wegen ergibt sich auch:

$$U'_{r-1} = -\frac{13}{108}\cdot p_0\cdot l^2;$$

$$U'_r = -\frac{23}{216}\cdot p_0\cdot l^2;$$

$$U'_{r+1} = +\frac{1}{54}\cdot p_0\cdot l^2.$$

Wir geben der Reihe nach die Ordinaten der X-Y-Polygone für verschiedene Belastungsfälle: als Einheitsfaktor für die Biegungsmomente wird der Wert $p_0\,\frac{l^2}{54} = \mu$ genommen.

I. Zelle 1 gefüllt (Abb. 23a, 23b).

$$U_0 = -\frac{5}{72}\cdot p_0\,l^2 = -3{,}75\ u$$

$$U_1 = -\frac{13}{108}\cdot p_0\,l^2 = -6{,}5\ u$$

$$U'_1 = -\frac{23}{216}\cdot p_0\,l^2 = -5{,}75\ u$$

$$U'_2 = \frac{1}{54}\cdot p_0\,l^2 = +1{,}0\ u$$

Die Zeichnung liefert*):

$$\left.\begin{array}{l} Y_0 = -0{,}345\ u \\ Y_1 = -1{,}158\ u \\ Y_2 = +0{,}218\ u \\ Y_3 = -0{,}041\ u \end{array}\right\}\begin{array}{l} X_1 = -1{,}118\ u \\ X_2 = +0{,}398\ u \\ X_3 = -0{,}075\ u \end{array}$$

In den Hauptquerschnitten (Abb. 24) der belasteten Zelle betragen die Biegungsmomente:

$$\left.\begin{array}{l} M_0^v = Y_0 = -0{,}345\ u \\ M_1 = Y_1 - X_1 = -0{,}04\ u \\ M_0^s = M_0^v - p_0\cdot\frac{b^2}{8} = -3{,}345\ u \\ M_1^s = M_1^v + p_0\cdot\frac{b^2}{8} = +2{,}96\ u \end{array}\right\}\left\{\begin{array}{l} \mathfrak{M}_0 = M_0^s = -3{,}345\ u \\ M_1 = X_1 - p_0\cdot\frac{b^2}{8} = -4{,}118\ u \\ M_1^m = \frac{Y_0 + X_1}{2} + \frac{p_0}{8}(l^2 - b^2) = +3{,}019\ u. \end{array}\right.$$

II. Zelle 2 gefüllt (Abb. 25a, 25b).

$$\left.\begin{array}{l} U_0 = U'_3 = +p_0\cdot\frac{l^2}{54} = 1{,}0\ u \\ U_1 = U'_2 = -\frac{23}{216}\cdot p_0\,l^2 = -5{,}75\ u \\ U_2 = U'_1 = -\frac{13}{108}\cdot p_0\cdot l^2 = -6{,}5\ u. \end{array}\right\}$$

Abb. 24

Die graphische Konstruktion liefert:

$$\left.\begin{array}{l} Y_0 = +0{,}254\ u \\ Y_1 = -0{,}9025\ u \\ Y_2 = -1{,}052\ u \\ Y_3 = +0{,}1982\ u \\ Y_4 = -0{,}0361\ u \end{array}\right|\begin{array}{l} X_1 = -1{,}012\ u \\ X_2 = -0{,}9275\ u \\ X_3 = +0{,}363\ u \\ X_4 = -0{,}068\ u \end{array}\left.\right\}\begin{array}{l} M_1^v = Y_1 - X_1 = +0{,}11\ u \\ M_2^v = Y_2 - X_2 = -0{,}125\ u \\ M_1^s = M_1^v - p_0\cdot\frac{b^2}{8} = -2{,}89\ u \\ M_2^s = M_2^v + p_0\cdot\frac{b^2}{8} = +2{,}875\ u \end{array}\left.\right\}\begin{array}{l} \mathfrak{M}_1 = Y_1 - p_0\cdot\frac{b^2}{8} = -3{,}9025\ u \\ M_2 = X_2 - p_0\cdot\frac{b^2}{8} = -3{,}9275\ u \\ M_2^m = \frac{Y_1 + X_2}{2} + \frac{p_0}{8}(l^2 - b^2) = \\ \quad = +2{,}835\ u. \end{array}$$

III. Zelle 3 gefüllt (Abb. 26a, 26b).

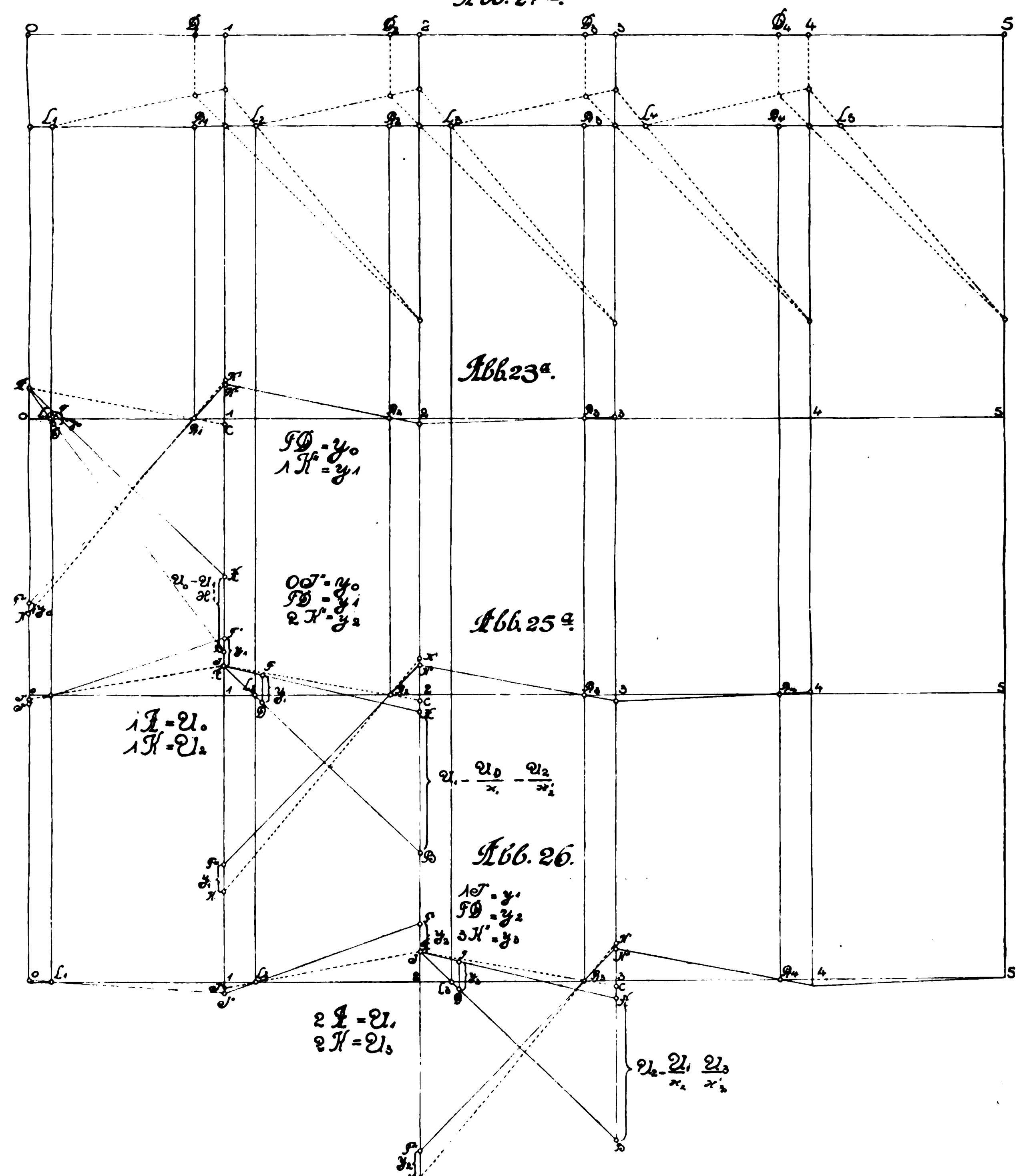
$$\left.\begin{array}{l} U_1 = U'_4 = +1{,}0\ u \\ U_2 = U'_3 = -5{,}75\ u \\ U_3 = U'_2 = -6{,}5\ u \end{array}\right\}$$

Aus der Zeichnung entnehmen wir:

$$\left.\begin{array}{l} Y_0 = X_5 = -0{,}0479\ u \\ Y_1 = X_4 = +0{,}359\ u \\ Y_2 = X_3 = -0{,}92\ u \\ Y_3 = X_2 = -1{,}048\ u \\ Y_4 = X_1 = +0{,}1905\ u \end{array}\right\}\begin{array}{l} M_2^v = -M_3^v = Y_2 - X_2 = +0{,}128\ u \\ M_2^s = -M_3^s = M_2^v - p_0\cdot\frac{b^2}{8} = -2{,}872\ u \\ \mathfrak{M}_2 = M_3 = Y_2 - p_0\cdot\frac{b^2}{8} = -3{,}92\ u \\ M_3^m = \frac{Y_2 + X_3}{2} + \frac{p_0}{8}(l^2 - b^2) = +2{,}83\ u \end{array}$$

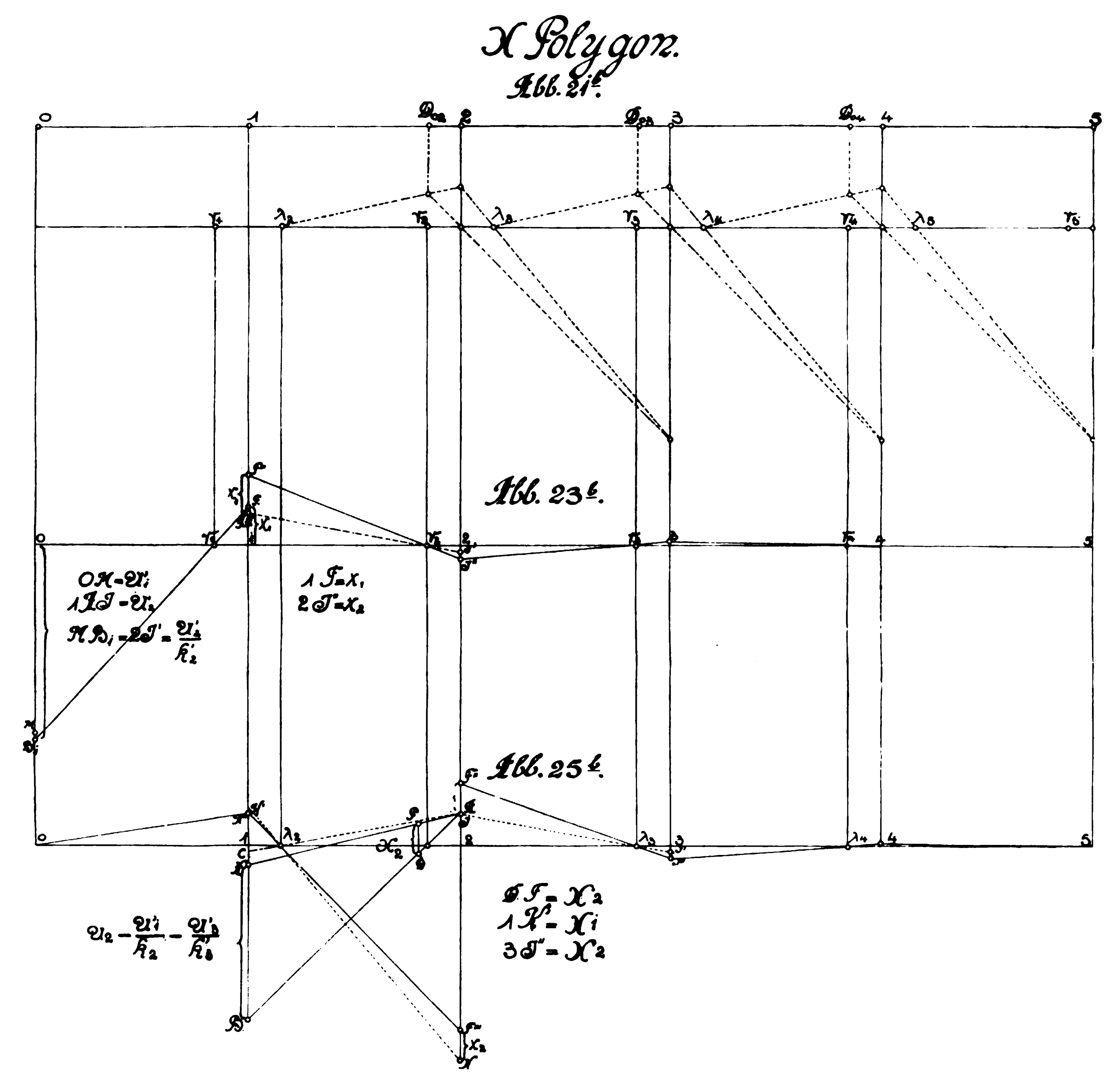
*) Die Werte Y_n, X_4 und X_5 sind so klein, daß sie nicht mehr in der Zeichnung verfolgt werden können.





Die Grenzwerte für die Knotenpunktsmomente M', M_m, $\mathfrak{M}_m$ sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Belastete Zelle	$M'_0 = \mathfrak{M}_0$	M'_1	M'_2	$\mathfrak{M}_1$	M_1	M_2	$\mathfrak{M}_2$
I	— 3,345 *u*	+ 2,96 *u*	— 0,182 *u*	— 1,158 *u*	— 4,118 *u*	+ 0,398 *u*	+ 0,218 *u*
II	+ 0,254 *u*	— 2,89 *u*	+ 2,875 *u*	— 3,9025 *u*	— 1,012 *u*	— 3,9275 *u*	— 1,052 *u*
III	— 0,0479 *u*	+ 0,1685 *u*	— 2,872 *u*	+ 0,359 *u*	+ 0,1905 *u*	— 1,048 *u*	— 3,92 *u*
IV	—	— 0,022 *u*	+ 0,1638 *u*	— 0,068 *u*	— 0,0361 *u*	+ 0,1982 *u*	+ 0,363 *u*
V	—	—	— 0,036 *u*	—	—	— 0,04 *u*	— 0,075 *u*
Grenzwerte max	+ 0,254 *u*	+ 3,1285 *u*	+ 3,0388 *u*	+ 0,359 *u*	+ 0,1905 *u*	+ 0,5962 *u*	+ 0,581 *u*
Grenzwerte min	— 3,3929 *u*	— 2,912 *u*	— 3,09 *u*	— 5,1285 *u*	— 5,1661 *u*	— 5,0155 *u*	— 5,0155 *u*



Um Vergleiche anstellen zu können, haben wir noch für dasselbe Zellensystem, unter der Voraussetzung gleich starker Wandquerschnitte, die Grenzwerte der Knotenpunktsmomente auch für verschiedene Verhältnisse der Breite b zur Länge l ermittelt. Die Ergebnisse der Untersuchung sind in der folgenden Tabelle vereinigt. Als Einheitswert ist $p_0 \cdot l^2$ zu nehmen:

		$b = \frac{l}{2}$		$b = \frac{2}{3} \cdot l$		$b = l$		$b = \frac{4}{3} \cdot l$	
		genau	angenähert	genau	angenähert	genau	angenähert	genau	angenähert
$M_0^s = \mathfrak{M}_0$	max	+ 0,00665		+ 0,0047				+ 0,00115	
	min	— 0,06025		— 0,0619				— 0,13	
M_1^s	max	+ 0,05335		+ 0,058				+ 0,134	
	min	— 0,0475		— 0,054				— 0,137	
M_2^s	max	+ 0,04665		+ 0,05625				+ 0,1385	
	min	— 0,05235		— 0,05725				— 0,1375	
M_1	max	+ 0,00396	± 0,0625	+ 0,00353	± 0,0648	± 0,0833	± 0,0833	+ 0,0325	± 0,1205
	min	— 0,09825		— 0,09565				— 0,10125	
$\mathfrak{M}_1$	max	+ 0,00845		+ 0,00665				+ 0,04	
	min	— 0,097		— 0,095				— 0,1128	
M_2	max	+ 0,01325		+ 0,01105				+ 0,0345	
	min	— 0,09465		— 0,09295				— 0,12025	
$\mathfrak{M}_2$	max	+ 0,00835		+ 0,01075				+ 0,0356	
	min	— 0,0956		— 0,0935				— 0,1208	

Die absolut größten Werte von M' wachsen mit zunehmendem Wert von $\frac{b}{l}$. Die Knotenpunktsmomente M_m und $\mathfrak{M}_m$ nehmen beiderseits vom Grenzfall $b:l = 1$ zu; der Wert $\pm p_0 \frac{l^2}{12}$, welcher diesem Fall entspricht, ist der kleinste, den diese Momente erreichen, denn sobald $b > l$ oder $b < l$, wird die Steifigkeit des Systems wesentlich erhöht, und je schwieriger sich die Formänderung gestaltet, um so bedeutender werden die Knotenpunktsmomente.

Wenn $b < l$ ist, so werden die Längswände, wenn $b > l$, die Querwände am meisten beansprucht.

In der letzten Tabelle sind nach dem in der Praxis üblichen Rechnungsverfahren die Näherungswerte*)

$$M' = M = \mathfrak{M} = -\frac{p_0}{12} \cdot \frac{l^3 + b^3}{l + b}$$

auch ermittelt worden. Der Vergleich zwischen den Ergebnissen der beiden Rechnungsmethoden ist für die Näherungswerte nicht günstig, besonders für $b < l$ sind letztere zum Teil bis 45 % kleiner als die genauen Werte. Es empfiehlt sich daher, die Näherungsformel nur mit großer Vorsicht anzuwenden, wenn man auf die übrigen, nicht unbedeutenden Nebenspannungen Rücksicht nehmen will, deren genaue Feststellung sich der Berechnung entzieht.

Die nun folgende Untersuchung über den Einfluß der Temperatur wird zeigen, wie wichtig die Kenntnis dieser Spannungen für die Beurteilung der Tragfähigkeit des Systems sein kann.

§ 2.

Einfluß der Temperatur.

Wir bezeichnen mit:

- E den Elastizitätsmodul des Materials,
- ε den Ausdehnungskoeffizient des Materials,
- t^o den Betrag der gleichmäßigen Temperaturänderung der obern Längswand,
- t^u den Betrag der gleichmäßigen Temperaturänderung der untern Längswand,
- Δt^o den Temperaturunterschied zwischen Außen- und Innenflächen der obern Längswand,
- Δt^u den Temperaturunterschied zwischen Außen- und Innenflächen der untern Längswand,
- h_0 die mittlere Querschnittshöhe der Wandungen.

Eine gleichzeitige und gleichmäßige Temperaturänderung der Längs- und Querwände ruft keine Spannungen hervor, da durch das Fehlen jeglicher äußerer Stützung die Längenänderungen der Wände sich vollständig frei vollziehen können. Dieser Fall scheidet also von vornherein aus der Untersuchung aus; auch die Möglichkeit einer ausschließlichen Temperaturänderung der Querwände ist praktisch so wenig wahrscheinlich, daß sie nicht weiter berücksichtigt zu werden braucht.

Die Elastizitätsgleichungen lauten, wenn die früher eingeführten statisch unbestimmten Gruppen X, Y, α beibehalten werden:

$$\text{X)}\quad \begin{cases} \dfrac{\partial A i}{\partial X} = \displaystyle\int \frac{M}{EI} \cdot \frac{\partial M}{\partial X} \cdot dx + \int \frac{N}{EF} \cdot \frac{\partial N}{\partial X}\, dx + \\ \qquad + \displaystyle\int \varepsilon t \frac{\partial N}{\partial X}\, dx + \int \varepsilon \frac{\Delta t}{h_0} \cdot \frac{\partial M}{\partial X} \cdot dx = 0 \\ \dfrac{\partial A i}{\partial Y} = \displaystyle\int \frac{M}{EI} \cdot \frac{\partial M}{\partial Y} \cdot dx + \int \frac{N}{EF} \cdot \frac{\partial N}{\partial Y} \cdot dx + \\ \qquad + \displaystyle\int \varepsilon t \frac{\partial N}{\partial Y} \cdot dx + \int \varepsilon \frac{\Delta t}{h_0} \cdot \frac{\partial M}{\partial Y} \cdot dx = 0 \\ \dfrac{\partial A i}{\partial \alpha} = \displaystyle\int \frac{m}{EI} \cdot \frac{\partial M}{\partial \alpha} \cdot dx + \int \frac{N}{EF} \cdot \frac{\partial N}{\partial \alpha} \cdot dx + \\ \qquad + \displaystyle\int \varepsilon t \frac{\partial N}{\partial \alpha} \cdot dx + \int \varepsilon \frac{\Delta t}{h_0} \cdot \frac{\partial M}{\partial \alpha} \cdot dx = 0. \end{cases}$$

*) Diese Formel gilt für den geschlossenen Rahmen von der Länge l und der Breite b. Vgl. Mörsch: „Der Eisenbetonbau", 3. Aufl., S. 331.

Sie liefern, wenn mit EI_c multipliziert wird und unter Vernachlässigung des Anteils der Normalkräfte an der Formänderungsarbeit:

$$\text{Xa)}\quad \begin{cases} (X_m - Y_m)\, b'_m + \dfrac{l'_m}{2}\, \varepsilon E I_c \left(\dfrac{\Delta t^o + \Delta t^u}{h_0}\right) + \\ \qquad + \dfrac{l'_m}{3} (Y_{m-1} + 2 X_m) = 0 \end{cases}$$

$$\text{Xb)}\quad \begin{cases} (Y_m - X_m)\, b'_m + \dfrac{l'_{m+1}}{2} \cdot \varepsilon E I_c \left(\dfrac{\Delta t^o + \Delta t^u}{h_0}\right) + \\ \qquad + \dfrac{l'_{m+1}}{3} (2 Y_m + X_{m+1}) = 0 \end{cases}$$

$$\text{Xc)}\quad \left.\begin{cases} -\dfrac{b^2}{12} \left[\alpha_{m-1} \cdot b'_{m-1} - \alpha_m (6 l'_m + b'_{m-1} + b'_m) + \alpha_{m+1} \cdot b'_m\right] \\ \qquad - \varepsilon E I_c \cdot l_m \left[\dfrac{b}{2} \left(\dfrac{\Delta t^o - \Delta t^u}{h_0}\right) + (t^o - t^u)\right] \end{cases}\right\} = 0.$$

Die Lösung dieser Gleichungssysteme ist dieselbe wie bei lotrechter Belastung. Der weitere Gang der Untersuchung wird nun am besten im folgenden Beispiel erläutert.

Beispiel 3.

Fall A: $\Delta t^o = \Delta t^u = t^u = 0$.

Man erkennt sofort aus Gl. Xa) und Xb), daß $X = Y = 0$ werden, es bleibt nur die α-Gleichung übrig, welche, wenn

$$12\, \varepsilon E I_c \cdot \frac{t^o}{b^2} = u$$

gesetzt wird, lautet:

$$\text{XI)}\quad -\alpha_{m-1} \cdot b'_{m-1} + \alpha_m (b'_{m-1} + b'_m + 6 l'_m) - \alpha_{m+1} \cdot b'_m = u\, l_m.$$

Wenn $I_c = I_v = I$, so ergibt sich

$$\text{XIa)}\quad -\alpha_{m-1} + \alpha_m \left(2 + \frac{6l}{b}\right) - \alpha_{m+1} = \frac{ul}{b}.$$

Es sei z. B. $l = b$, $n = 5$. Wir haben:

$$\left.\begin{aligned} 8\alpha_1 - \alpha_2 &= u \\ -\alpha_1 + 8\alpha_2 - \alpha_3 &= u \\ -\alpha_2 + 8\alpha_3 - \alpha_4 &= u \\ -\alpha_3 + 8\alpha_4 - \alpha_5 &= u \\ -\alpha_4 + 8\alpha_5 \quad &= u \end{aligned}\right\} \text{ woraus: } \begin{aligned} \alpha_1 = \alpha_5 &= 0{,}1455\ u \\ \alpha_2 = \alpha_4 &= 0{,}164\ u \\ \alpha_3 = &\quad\ 0{,}1665\ u \end{aligned}$$

$$\left.\begin{aligned} \text{für } E &= 2\,100\,000\ ^t/_{qm} \\ \varepsilon &= 1:85\,000 \\ I_c &= 0{,}00084\ m^4 \\ b &= 3{,}5\ ^m \\ t^o &= 15^0 \end{aligned}\right\} \begin{aligned} &\text{ist } u = \frac{12 \cdot 2\,100\,000 \cdot 0{,}00084 \cdot 15}{85\,000 \cdot 3{,}52} = 0{,}305\ ^t. \\ &\alpha_3 = \pm 0{,}1665 \cdot 0{,}305 = \pm 0{,}0508\ ^t. \end{aligned}$$

Das größte Zusatzmoment in den Knotenpunkten beträgt:

$$M_2 = \mathfrak{M}_2 = \pm \alpha_3 \cdot \frac{b}{2} \pm 0{,}0508 \cdot \frac{3{,}5}{2} = 0{,}089\ ^{tm}.$$

Diese Nebenspannung ist ziemlich gering.

Fall B: Es sei $t^o = t^u$, $\Delta t^o = \Delta t^u = \Delta^t$.

Nach Gl. Xc) erkennt man, daß $\alpha = 0$ wird.

Die X- und Y-Gleichungen führen, nach einer Reihe einfacher Umformungen wie im vorigen Abschnitt, zu folgenden Gleichungen:

$$\text{XIIa)}\quad \begin{cases} Y_{m-1} \cdot l'_m \cdot \rho_m + 2 Y_m \left[l'_m \rho_m + l'_{m+1} \rho_{m+1} \left(1 + \dfrac{3}{4} \cdot \dfrac{\mu_{m+1}}{\rho_{m+1}}\right)\right] + \\ \qquad + Y_{m+1} \cdot l'_{m+1} \cdot \rho_{m+1} = -v \left\{l_m \cdot \rho_m - \dfrac{l_{m+1}}{2} \cdot \mu_{m+1} + l_{m+1}\right\} \end{cases}$$

$$\text{XIIb)}\quad \begin{cases} X_{m-1} \cdot l'_m \cdot \rho'_m + 2 X_m \left[l'_m \cdot \rho'_m \left(1 + \dfrac{3}{4} \cdot \dfrac{\mu'_m}{\rho'_m}\right) + l'_{m+1} \cdot \rho'_{m+1}\right] + \\ \qquad + X_{m+1} \cdot l'_{m+1} \cdot \rho'_{m+1} = -v \left\{l_m - \dfrac{l_m}{2} \cdot \mu'_m + l'_{m+1} \cdot \rho'_{m+1}\right\}, \end{cases}$$

wobei $v = 3\, \varepsilon E I_c \cdot \dfrac{\Delta t}{h_0}$.

Für die Endfelder gilt ausnahmsweise:

$$\text{XII c)}\begin{cases} 2Y_0\left[\frac{3}{2}\cdot b'_0 + l'_1\cdot\rho_1\left(1+\frac{3}{4}\cdot\frac{\mu_1}{\rho_1}\right)\right] + Y_1\cdot l'_1\cdot\rho_1 = \\ = -vl_1\left(1-\frac{\mu_1}{2}\right)\end{cases}$$

$$\text{XII d)}\begin{cases} X_{n-1}\cdot l'_n\cdot\rho'_n + 2X_n\left[l'_n\cdot\rho'_n\left(1+\frac{3}{4}\cdot\frac{\mu'_n}{\rho'_n}\right)+\frac{3}{2}\cdot b'_n\right] = \\ = -vl_n\left(1-\frac{\mu'_n}{2}\right).\end{cases}$$

Es sei z. B.: $I_c = I_m = I^v$, $b = l$, $n = 5$.

Das Y-Gleichungssystem lautet wie im Beispiel 1:

$$\left.\begin{array}{l} 8Y_0 + Y_1 = -\frac{4}{3}\cdot v \\ Y_0 + 5Y_1 + Y_2 = -\frac{7}{3}\cdot v \\ Y_1 + 5Y_2 + Y_3 = -\frac{7}{3}\cdot v \\ Y_2 + 5Y_3 + Y_4 = -\frac{7}{3}\cdot v \\ Y_3 + 5Y_4 \quad = -\frac{7}{3}\cdot v \end{array}\right\} \text{woraus:} \left\{\begin{array}{ll} Y_0 = X_5 = -0{,}359\,\varepsilon EI_c\cdot\frac{\Delta t}{h_0} \\ Y_1 = X_4 = -1{,}13 & " \\ Y_2 = X_3 = -0{,}9835 & " \\ Y_3 = X_2 = -0{,}962 & " \\ Y_4 = X_1 = -1{,}205 & " \end{array}\right.$$

$$\text{für}\begin{cases} E = 2\,100\,000\ \text{t/qm} \\ \varepsilon = 1:85\,000 \end{cases}\Big\}\ \begin{array}{l}\Delta t = 10^0 \\ h_0 = 0{,}2\ m.\end{array}$$

$$I_c = 0{,}00084\ m^4 \text{ ist } \varepsilon EI_c\cdot\frac{\Delta t}{h_0} = \frac{2\,100\,000}{85\,000}\cdot 0{,}00084\cdot\frac{10}{0{,}2} = 1{,}038^{\text{tm}}$$

$$M_{max} = M_1 = \mathfrak{M}_4 = Y_4 = -1{,}205\cdot 1{,}038 = -\mathbf{1{,}25}^{\text{tm}}.$$

Diese Zahlen zeigen uns, daß eine ungleichmäßige Temperaturänderung der Längswände beträchtliche Nebenspannungen erzeugt. Ihre Wirkung ist gleichwertig einer Mehrbelastung der Wände mit einem gleichmäßig verteilten Druck

$$p_t = \frac{12\,\varepsilon EI_c\cdot\Delta t}{l^2 h_0}.$$

Für $l = 3{,}5^{\text{m}}$ wäre in unserm Beispiel:

$$p_t = \frac{12\cdot 2\,100\,000\cdot 0{,}00084\cdot 10}{85\,000\quad 3{,}5^2\quad 0{,}2} = 1{,}035\ \text{t/qm}.$$

Durch diese Nebenspannung wird die Beanspruchung der Wände wenigstens um 50 % erhöht. Wir ersehen daher, wie notwendig es ist, bei der konstruktiven Ausbildung diese ungünstige Wirkung nicht außer acht zu lassen.

Private Feuermelde- und Feuerlösch-Anlagen.

Von Kgl. Bauinspektor Wendt (Berlin).

Bei dem verheerenden Brande, der vor kurzem die Brüsseler Weltausstellung betroffen hat, soll nach den bisherigen Zeitungsnachrichten die öffentliche Feuerwehr nicht mit der wünschenswerten Schnelligkeit auf der Brandstelle eingetroffen sein, so daß das Feuer Zeit gefunden hatte, eine Ausdehnung anzunehmen, welche beim endlichen Eintreffen der Feuerwehr das Eingreifen derselben wirkungslos machte. Dieser Brand hat demnach wiederum gelehrt, daß es nicht ratsam ist, sich allein auf den öffentlichen Feuerlöschdienst zu verlassen, sondern sofern es sich um besonders feuergefährliche Baulichkeiten oder Betriebe handelt, sich durch private Feuerlöschanlagen vor allen Eventualitäten zu sichern. Nun bietet die Technik auch dem Laien eine Anzahl von Mitteln an die Hand, welche zur erstmaligen Bekämpfung eines ausgebrochenen Brandes wohl geeignet erscheinen. Ferner hat man sich mit Erfolg bemüht, Einrichtungen zu ersinnen, welche einen ausgebrochenen Brand sofort selbsttätig melden, da das zu späte Entdecken eines Brandes mit die Hauptursache ist, daß derselbe größere Dimensionen annimmt. Wie wichtig derartige selbsttätige Feuermeldeanlagen insbesondere für die Geschäfts- und Industrieviertel der Großstädte werden können, wird ohne weiteres klar, wenn man bedenkt, daß bei der neuzeitlichen Entwicklung dieser Geschäftszentren aus ihnen die Wohnungen fast gänzlich verdrängt sind, so daß ganze Straßenzüge nach Geschäftsschluß und Sonntags verödet sind. Ein kurz vor Geschäftsschluß entstandener Brand kann sich daher, wenn nicht durch selbsttätige Feuermeldeanlagen eine Entdeckung herbeigeführt wird, ungestört entwickeln und zu einem Großfeuer anwachsen, das selbst einer gut organisierten Feuerwehr Schwierigkeiten bereitet.

Die selbsttätigen Feuermelder bestehen aus wärmeempfindlichen Apparaten, die in bestimmten Abständen an den höchsten Punkten der Räume angebracht werden und die durch elektrische Drähte untereinander und mit der in der Wächterstube anzuordnenden Alarmvorrichtung verbunden werden. Die Feuermelder weisen einen fest eingespannten, leicht gebogenen Metallstreifen auf, welcher für gewöhnlich eine Platinspitze berührt. Es kann daher der die ganze Anlage ständig durchfließende Batteriestrom ungehindert durch den Feuermelder passieren. Trifft nun ein heißer Luftstrom auf den Metallstreifen, so dehnt er sich aus. Da er an den Enden eingespannt ist, kann diese Dehnung nur dadurch erfolgen, daß der Streifen sich stärker krümmt. Hierdurch wird er von der bisher seine Mitte berührenden Platinkontaktspitze abgehoben und der die Leitung durchfließende Strom unterbrochen. Sobald dies eintritt, läßt ein in der Wächterbude angebrachter in den Stromkreis eingeschalteter Elektromagnet einen bisher festgehaltenen Anker fallen. Beim Herabfallen schließt der Anker einen neuen Stromkreis, welcher eine Alarmglocke in Tätigkeit setzt. Die Feuermelder werden in Gruppen zusammengefaßt. Die verschiedenen Gruppenleitungen werden nach einem einer elektrischen Klingelleitung ähnelnden Tableau geführt, welches bei Meldung des Feuers infolge Stromunterbrechung in einer Gruppe die betreffende Gruppe durch Herabfallen einer Scheibe anzeigt. Die Empfindlichkeit der Feuermelder kann durch Einstellen einer Regulierschraube mit Zeigervorrichtung reguliert werden. Der Feuermelder kann so einreguliert werden, daß die Stromunterbrechung bei einer bestimmten frei zu wählenden Temperatur erfolgt. Die Empfindlichkeit der Metallstreifen ist eine derartige, daß, wenn der Feuermelder z. B. auf etwa 25 ⁰ C eingestellt ist, der warme Atem genügt, eine Feuermeldung hervorzurufen. Da derartige selbsttätige Feuermeldeanlagen mit Vorrichtungen ausgestattet werden, welche alle Störungen in den Leitungen, wie solche infolge äußerer Beschädigungen, eintretenden Kurzschluß, mangelhafte Isolierung u. dgl., eintreten können, selbsttätig anzeigen, auch Maßnahmen getroffen sind, welche eine Abnahme der Stärke des Batteriestromes unter die zulässige Grenze selbsttätig anzeigen, so bieten die Feuermeldeanlagen einen hohen Grad von Betriebssicherheit. Ihre Anbringung ist daher in allen ausgedehnten Etablissements, in welchen erfahrungsgemäß öfter Schadenfeuer eintreten, also vor allen Dingen in größern Ausstellungen und in Gebäuden, in welchen bei zeitweise schwachem Besuch wichtige brennbare Gegenstände verwahrt

werden, nur zu empfehlen. Die Feuermeldeanlagen haben auch in der Praxis in zahlreichen Fällen ausgebrochene Schadenfeuer rechtzeitig gemeldet, so daß dieselben im Entstehen gelöscht werden konnten.

Eine andre Einrichtung meldet nicht nur ein ausgebrochenes Feuer, sondern nimmt die Bekämpfung desselben selbsttätig auf. Es sind dies die sogenannten Sprinkleranlagen. Den Hauptbestandteil dieser selbsttätigen Feuermelde- und -löschanlagen bildet die automatisch wirkende Feuerlöschbrause. Es handelt sich hierbei um keine eigentliche Brause im landläufigen Sinne, da gewöhnliche Brausen infolge des mit der Zeit eintretenden Verstopfens der Löcher unbrauchbar werden, sondern um ein besonders gestaltetes Ventil, welches ein Wasserleitungsrohr verschließt. Ein halbkugelförmiges Glasventil sitzt auf einer das Wasserleitungsrohr abschließenden elastischen Nickelmembran auf und dichtet die in der Mitte der Membran befindliche Wasserausströmungsöffnung ab. Das Ventil wird durch eine aus drei Teilen bestehende Stütze in seiner Lage erhalten. Die drei Stützenteile sind durch eine leichtschmelzende — etwa bei 70 ⁰ C — Lötung miteinander fest verbunden. Wenn die Lötung schmilzt, fällt die Stütze auseinander, das Halbkugelventil wird durch den Wasserdruck fortgeschleudert, und das Wasser spritzt aus der Oeffnung in einem 13 ^{mm} starken Strahle auf einen Zerstäuber, durch welchen es regenförmig auf eine weite Fläche verteilt wird. Ein Sprinkler kann, wenn er in Tätigkeit tritt, etwa 9 ^{qm} besprengen. Die Sprinklerbrausen werden unter den Decken der zu schützenden Räume in einem derartigen Abstande voneinander angeordnet, daß sie imstande sind, den ganzen Raum zu berieseln. Sie sind durch Wasserleitungsrohre miteinander verbunden, welche an ein besonders starkes Wasserleitungsrohr der städtischen Wasserleitung angeschlossen werden. An einer geeigneten Stelle der Hauptwasserleitung ist ein kleines Wasserrädchen eingebaut, welches, sobald Wasser die Anlage durchströmt, in Bewegung gesetzt wird und vermittels eines auf seiner Achse befestigten doppelten Hammers eine Alarmglocke zum Ertönen bringt. Da ein Durchströmen von Wasser nur stattfindet, wenn ein Sprinkler infolge des durch das Feuer bewirkten Abschmelzens sich geöffnet hat, so wird hierdurch das ausgebrochene Feuer signalisiert. Neuerdings sind die Sprinkleranlagen, welche infolge des erforderlichen ausgedehnten Wasserleitungsnetzes öfters von Frostschäden heimgesucht wurden, dadurch verbessert worden, daß die eigentlichen Verteilungsleitungen nicht mehr mit Wasser gefüllt werden, sondern nur eine Füllung mit Kohlensäure oder Druckluft aufweisen, wodurch dann selbstverständlich jede Frostgefahr vermieden ist. Oeffnet sich infolge der durch das Feuer bewirkten Abschmelzung der Ventilstütze ein Sprinkler, so bläst er vorerst Kohlensäure aus, bis der Druck in dem ganzen Leitungsnetze bis unter ein gewisses Niveau gesunken ist. Ist diese Grenze erreicht, so öffnet sich ein sogenanntes Differentialventil, welches die Verteilungsleitung bisher von dem Wasserhauptrohre abschloß, und das Wasser der Wasserleitung strömt nunmehr in das gesamte Rohrnetz und wird von dem geöffneten Sprinkler in Regenform auf den Brandherd geschleudert. Sprinkleranlagen empfehlen sich hauptsächlich zum Schutze von Baulichkeiten, in welchen große Mengen leicht brennbarer Stoffe gelagert oder verarbeitet werden. Hierunter fallen vor allem Ausstellungsbauten, welche wegen ihrer leichten provisorischen Bauart besondern Feuerschutzes bedürfen. Ferner gehören hierzu Holzlagerhäuser, Holzbearbeitungsfabriken, Spinnereien, Mühlen, Linoleumfabriken, Papier-, Zellstoff-, Papp- und Zelluloidfabriken und ähnliche Betriebe. Besondere Verbreitung haben die Anlagen in Amerika, Australien und England gefunden. Auch sind durch sie Tausende von Bränden im Entstehen gelöscht worden.

Da die Anlage von selbsttätigen Feuerlöscheinrichtungen naturgemäß mit erheblichen Geldopfern verknüpft ist, so hat sich die Industrie bemüht, dem Laien bewegliche, leicht zu handhabende Handfeuerlöscher zu liefern, welche bis zum Eintreffen der Feuerwehr zum Löschen des entstandenen Brandes benutzt werden können. Denn es ist Tatsache, daß die meisten Brände bei rechtzeitig einsetzenden Löschversuchen im Entstehen mit leichter Mühe erstickt werden können. Dem Laien hierfür eine stets funktionsbereite Waffe zu liefern, ist der Zweck der Handfeuerlöschapparate. Sie sind an leicht zugänglichen, leicht auffindbaren Stellen in den zu schützenden Gebäuden in genügender Verteilung und Anzahl anzubringen, damit bei Entdeckung eines Feuers nicht erst weite Wege zurückgelegt werden müssen. Ein guter Handfeuerlöscher muß stets gebrauchsfertig sein und darf im Augenblick der Gefahr nicht versagen. Er muß so handlich sein, daß er von einer Person bedient werden kann, und eine derartige Leistung aufweisen, daß seine Löschwirkung in den meisten Fällen eine ausreichende ist. Der einfachste Löschapparat ist unser guter alter Eimer, sofern er gebrauchsfertig bei einem Wasserhahn aufgehängt ist und Vorsorge getroffen wird, daß seine Benutzung zu andern Zwecken unmöglich gemacht wird. Dies läßt sich durch Anbringen eines runden Bügels am Boden erreichen. Der Eimer kann dann nicht mehr stehen und ist für Wirtschaftszwecke unbenutzbar, während der Bügel beim Löschen eines Brandes von Nutzen ist, da der Eimer nun mit zwei Händen angefaßt und der Wasserwurf genau dirigiert werden kann. Immerhin gehört eine gewisse Uebung dazu, wenn das Wasser den Brandherd beim Schwunge des Eimers richtig treffen soll. Um das Schleudern des Wassers zu erleichtern, sind Löschkannen erfunden worden. Es sind dies viereckige hohe Blechkannen, welche sich nach oben verjüngen, so daß die Auswurföffnung für das Wasser die Gestalt eines breiten Spaltes aufweist. Hierdurch ist man in der Lage, den Wasserstrahl besser zu lenken. Immerhin ist es mit diesen Apparaten nur schwer möglich, einen in größerer Höhe ausgebrochenen Brand, z. B. Gardinenbrand, zu löschen. Hierzu eignet sich besser die sogenannte Eimerspritze, welche aus einem Eimer mit eingebauter Handspritze besteht. Diese Apparate können leicht nachgefüllt werden und sind verhältnismäßig einfach. Bei Wassermangel sind sie nicht anwendbar. In letzterm Falle können nur die sogenannten Extinkteure Verwendung finden. Es sind dies mit Wasser, in welchem bestimmte Salze gelöst sind, gefüllte geschlossene Blechgefäße. Die Ausspritzung des Wassers erfolgt durch Kohlensäuredruck. Der Kohlensäuredruck wird entweder im Momente des Gebrauchs durch Einwirkung von Salzsäure auf doppeltkohlensaures Natron erzeugt oder durch eine an dem Extinkteur befindliche mit gepreßter Kohlensäure gefüllte Stahlflasche geliefert. Bei der erstern Art Extinkteure befindet sich im Innern ein kleiner Behälter mit Salzsäure, während der übrige Raum mit einer Lösung von doppeltkohlensaurem Natron in Wasser gefüllt ist. Durch einen Schlagbolzen wird die Wandung des Salzsäurebehälters zertrümmert, die Salzsäure ergießt sich in die Lösung, und die Kohlensäureentwicklung beginnt. Durch den entstehenden Gasdruck wird die Flüssigkeit oft bis 12 ^{m} weit durch eine Düse herausgespritzt. Da das Einschlagen des Schlagbolzens mit der Hand nicht jedermanns Sache ist, so erfolgt die Zertrümmerung des Säurebehälters bei einigen Apparaten durch bloßes Aufstoßen desselben auf den Fußboden, wodurch der Schlagbolzen hineingetrieben wird. Andre Apparate treten dadurch in Funktion, daß sie gekippt werden. Bei diesen Feuerlöschern ist die Salzsäure in einem oben offenen nur durch einen Kugelverschluß abgeschlossenen Behälter im Innern angeordnet, wird der Apparat aus seiner normalen Lage umgekippt,

so fällt die Kugel herab, und die Salzsäure kann sich mit der Lösung von doppeltkohlensaurem Natron mischen.

Die zweite Sorte Extinkteure wird dadurch in Tätigkeit gesetzt, daß das Absperrventil, welches die Kohlensäureflasche von dem Inhalt des Extinkteurs abschließt, geöffnet wird. Die komprimierte Kohlensäure drückt dann den Inhalt des Extinkteurs mit Gewalt aus der Spritzdüse heraus.

Da die Extinkteure, wenn sie leicht handlich sein sollen, nur ein beschränktes Quantum Löschflüssigkeit enthalten können, so hat man versucht, die Wirkung der Löschflüssigkeit durch chemische Zusätze zu steigern. So wurde dem Wasser die sogenannte Eberhardtsche Löschmasse und das Antignit zugesetzt, ohne daß besondere Steigerungen der Löschwirkung erzielt wurden. Andre Zusätze zum Wasser haben den Zweck, dessen Einfrieren bei niedrigen Temperaturen zu verhüten; so konstruiert die Minimaxgesellschaft eine besondere Frosttype. Der Wasserinhalt gefriert hier infolge Zusatzes bestimmter Salze auch bei der niedrigsten Wintertemperatur nicht.

Die Schwierigkeiten, welche die Löschung von Benzin-, Aether- und Petroleumbränden bereiten, haben zu weitern Erfindungen geführt. Bekanntlich sind die genannten Flüssigkeiten leichter wie Wasser, so daß also Löschversuche mit gewöhnlichem Wasser nur bewirken, daß die brennenden Flüssigkeiten umhergeschleudert werden, wodurch das Feuer nur angefacht wird. Man hat daher versucht, derartige Brände durch Aufspritzen von leichtem Schaum, welcher auf der Oberfläche der Flüssigkeiten verbleibt und dieselbe von der Luft abschließt, zu löschen. Gute Erfolge hat mit dieser Methode der Perkeo-Extinkteur erzielt. Dem in dem Feuerlöscher enthaltenen Wasser ist ein Extrakt der Süßholzwurzel zugesetzt. Bei der Entwicklung der Kohlensäure entsteht daher eine schaumige Masse, die auf den Brandherd ausgespritzt wird. Ferner hat man den Tetrachlorkohlenstoff, eine gewürzhaft riechende Flüssigkeit, die bei Erhitzen eine enorme Menge Dämpfe entwickelt, herangezogen. Durch diese Entwicklung nicht brennbarer Dämpfe sollte dem brennenden Benzin od. dgl. der Luftsauerstoff abgeschnitten werden. Bei der Erprobung in der Praxis stellte sich leider heraus, daß die vom Tetrachlorkohlenstoff entwickelten Dämpfe derartig schädlich für den Löschenden sind, daß insbesondere in Innenräumen der Aufenthalt zur Unmöglichkeit wird.

Die Erfolge, die man bei Benzinbränden durch Aufwerfen von Sand oder Erde erreichte, gaben Anregung dazu, dies Verfahren weiter zu vervollkommnen. Die sogenannten Löschfackeln sind längliche Blechhülsen, in welchen pulverförmige Stoffe enthalten sind, die, mit Gewalt auf das Feuer geschleudert, dasselbe zur Erstickung bringen sollen. Die Füllung besteht meistens aus pulverisiertem doppeltkohlensauren Natron, welches nach Angabe der Erfinder auf dem Brandherd Kohlensäure abscheidet, so daß hierdurch die erstickende Wirkung gesteigert wird. Leider haben sich diese Löschfackeln, da sie nur, wenn ihre Handhabung durch geschulte Hände erfolgt, genügende Löschwirkung hervorbringen, in der Praxis im allgemeinen nicht bewährt. Dasselbe gilt von den Ende des 19. Jahrhunderts auf den Markt gebrachten Löschgranaten, welche aus mit Löschflüssigkeit gefüllten Glasballons bestehen, die, in das Feuer geschleudert, zerspringen sollen.

Wir sehen also, daß auch dem Laien von der Technik zahlreiche Mittel an die Hand gegeben werden, welche eine rechtzeitige Entdeckung und eine Bekämpfung des Feuers bis zum Eintreffen der Feuerwehr bewirken sollen. Wie wichtig es ist, sich nicht allein auf eine wenn auch noch so gut organisierte Feuerwehr zu verlassen, hat der Brüsseler Ausstellungsbrand gelehrt. Denn jede Verzögerung des Eintreffens der Feuerwehr bewirkt ein Anwachsen des Brandes. Insbesondere sind die selbsttätigen Feuermelde- und Sprinkleranlagen mit einem Heer von über das ganze Gebäude verteilten stets wachsamen Feuerwehrposten zu vergleichen. Sie melden ein ausgebrochenes Feuer in den ersten Anfängen. Während die Sprinkleranlagen gleichzeitig die Bekämpfung des Feuers selbsttätig aufnehmen, rufen die Feuermelder nur Löschhilfe herbei, welche beim Vorhandensein von Hydranten oder Extinkteuren erfolgreich gegen das Feuer vorgehen kann. Tatsächlich sind durch diese dem Laien zur Verfügung stehenden Mittel Tausende von Entstehungsbränden bereits vor Eintreffen der Feuerwehr gelöscht worden.

Warmwasserheizung, Niederdruckdampfheizung und offene Ueberdruckwasserheizung mit 100° mittlerer Höchstwassertemperatur*).

Von O. Krell sen., Nürnberg.

Die Scheu des Publikums vor Zentralheizungen in Wohnungen beginnt zu schwinden, seitdem die Ausführung solcher Anlagen mehr und mehr in die Hände von Fachleuten gelegt wird, wodurch die Zahl mißratener Anlagen wesentlich vermindert worden ist.

Ueber die Leistungen und Eigenschaften der verschiedenen Zentralheizsysteme bestehen bei dem Publikum, ja selbst bei Architekten und Aerzten, zuweilen noch sehr wenig zutreffende Ansichten, und oft spielen unzutreffende Schlagworte, wie „Wasserheizung friert ein“ oder „Dampf trocknet die Luft aus“ u. dgl., eine Rolle.

Die Folge ist, daß die Entscheidung darüber, welches Zentralheizsystem bei einem Neubau zur Anwendung kommen soll, nicht immer richtig und nach rein sachlichen Gesichtspunkten erfolgt, und daß hierbei die Rücksicht auf das Behagen der zukünftigen Bewohner der Räume und auf einen einfachen und wirtschaftlichen Heizbetrieb nicht entsprechend gewürdigt wird.

Auch ungünstige Erfahrungen und Mißerfolge durch fehlerhafte Ausführungen verursachen nicht selten eine ungerechtfertigte Abneigung gegen ein bestimmtes Heizsystem.

Um eine auf rein sachlicher Grundlage erfolgende Entscheidung in der Frage, welches Heizsystem zur Anwendung kommen soll, anzubahnen und vorgefaßte Meinungen möglichst zu zerstreuen, wird es nicht ohne Interesse sein, die speziellen Eigenschaften der hauptsächlichen für von Menschen bewohnten Räume in Anwendung kommenden Heizsysteme gegeneinander abzuwägen, wie es nachstehend geschehen soll.

Hierbei sollen allein die mit diesen Heizsystemen vorliegenden Erfahrungen in Betracht gezogen, alle nur rein theoretischen Möglichkeiten aber außer acht gelassen werden.

Von der Behandlung der Feuerluftheizung, welche für Wohnräume und öffentliche Gebäude, mit Ausnahme von Kirchen und weiten Hallen, heute nicht mehr in Frage kommen sollte, wird abgesehen. Auch die Schnellstromheizungen, Luftumwälzheizungen, Mitteldruckwasserheizungen*), Unterdruckdampfheizungen sind teils als ungeeignet*) oder als wenig verbreitet in nachfolgender Vergleichung außer acht gelassen.

*) Abdruck aus der Zeitschrift „Gesundheits-Ingenieur“, Verlag von R. Oldenbourg, München, vom 5. November 1910, auf Wunsch des hochgeschätzten Herrn Verfassers, dem wir gern willfahren.

Die Schriftleitung.

*) Gesundheits-Ingenieur, Festnummer 1909, S. 19.

Für die Praxis bleibt dann, von außergewöhnlichen Umständen abgesehen, nur die Wahl zwischen den weitverbreiteten und in ihrem Verhalten im praktischen Betrieb bekannten Heizsystemen der Warmwasserheizung und der Niederdruckdampfheizung übrig.

Vergleich zwischen Warmwasserheizung und Niederdruckdampfheizung.

Zentrale und lokale Regelung.

Der wesentlichste Unterschied zwischen Warmwasserheizung und Niederdruckdampfheizung besteht darin, daß die Niederdruckdampfheizung eine zentrale Regelung nicht gestattet.

Bei der Warmwasserheizung geschieht die den veränderten Wetterverhältnissen entsprechende Regelung der Raumtemperatur vom Heizkessel aus für alle Räume gemeinschaftlich. Bei Niederdruckdampfheizungen dagegen ist es erforderlich, um normale Temperatur in den beheizten Räumen herzustellen, das Ventil an jedem einzelnen Heizkörper bei jeder Wetteränderung entsprechend zu verstellen.

Da diese Verstellung des Ventils nur durch wiederholtes Probieren mit Erfolg geschehen kann, wozu die Bewohner selten Lust und Zeit haben, so erfolgt die Regelung der Raumtemperaturen in Wirklichkeit in der Weise, daß der Bewohner, wenn es zu warm wird, das Ventil schließt und damit die Heizung ganz abstellt und dann, wenn es zu kalt wird, durch Oeffnen des Ventils die Heizung voll in Gang setzt.

Wird das Heizkörperventil, wie es gewöhnlich der Fall, aus Unachtsamkeit nicht rechtzeitig geöffnet oder geschlossen, so ist ein häufiges Ueberheizen der Räume die Folge. Zur Abhilfe werden dann die Fenster geöffnet. — Die Verschwendung von Brennmaterial ist eine natürliche Folge eines derartigen Heizbetriebes.

Die Untersuchungen von Flügge haben dargetan, daß der Aufenthalt in überheizten Räumen hygienisch nachteilig ist, nachteiliger selbst als der Aufenthalt in schlecht gelüfteten Räumen, wenn nur dort die Temperatur eine normale ist.

Es ist versucht worden, durch selbsttätig wirkende Temperaturregler an jedem Heizkörper bei Niederdruckdampfheizung normale Temperaturen in den beheizten Räumen auch bei Wetteränderungen zu erreichen. Durch solch komplizierte und subtile Zutaten entstehen jedoch Schwierigkeiten im Betrieb, und wird der Herstellungspreis der Niederdruckdampfheizung höher als der einer einfachen normalen Warmwasserheizung.

Brennmaterialverbrauch.

Allgemein anerkannt und statistisch erwiesen*) ist es, daß Niederdruckdampfheizung im Betrieb etwa 20 % teurer ist als Warmwasserheizung. Wenn aber, was nicht selten vorkommt, die schwierige Einregelung der Dampfventile an den Heizkörpern nicht sachgemäß erfolgt, so daß zuzeiten Dampf direkt in die Kondensleitung eindringen kann und dort entweicht, kann ein noch weit höherer Betriebsverlust eintreten.

Die Kessel der Wasserheizung können, die Kessel der Niederdruckdampfheizung aber müssen mit selbsttätiger Feuerregelung versehen sein. Infolgedessen können die Niederdruckdampfkessel nur mit entgastem Brennmaterial, Koks oder Anthrazit, gefeuert werden. In einem Wasserkessel dagegen kann, wenn auf selbsttätige Regelung verzichtet wird, jedes ortsübliche Brennmaterial, sobald die Feuerung entsprechend eingerichtet ist, verfeuert werden.

Bei kleinern Heizanlagen für Villen oder dergleichen Gebäuden, deren Beheizung nebenbei durch das Dienstpersonal besorgt wird, ist auch für Wasserheizung wegen der Bequemlichkeit der Bedienung die Verwendung der selbsttätigen Feuerregelung und Koks oder Anthrazit als Brennmaterial angezeigt.

Bei größern Anlagen jedoch, welche durch besondern Heizer bedient werden, verbilligt es den Heizbetrieb wesentlich, wenn das ortsübliche Brennmaterial, Kohlen, Briketts, Torf, Holz usw. zur Verwendung kommt, da entgaste Brennmaterialen, für gleiche Heizleistung fast überall 30 % und mehr, teurer sind als das ortsübliche mit Flamme verbrennende Heizmaterial. In Niederdruckdampfkesseln können diese Sorten nicht verbrannt werden.

Einfachheit der Bedienung.

Die Bedienung einer Wasserheizung ist ungleich einfacher als die Bedienung einer Niederdruckdampfheizung. Der Unterschied hierin prägt sich am deutlichsten durch die Anzahl der bei jeder dieser Anlagen erforderten, im Betrieb zu beobachtenden und in Stand zu haltenden Apparate aus.

Bei der Wasserheizung ist nur erforderlich, festzustellen, ob die Heizung mit Wasser gefüllt ist, und ein die Heizwassertemperatur anzeigendes Thermometer ev. auch ein Verbrennungsregler zu kontrollieren.

Bei der Niederdruckdampfheizung dagegen ist zu beobachten und instand zu halten: das Manometer, der Wasserstand, die Dampfpfeife, das Sicherheitsstandrohr, der Verbrennungsregler, dann an jedem Heizkörper die Einregelung des Ventils und in neuerer Zeit weiter an jedem Heizkörper ein Kondensstauer.

Bei den geringen technischen Kenntnissen der Personen, welchen, meist nur im Nebenamt, die Bedienung von Zentralheizanlagen anvertraut ist, ist die Einfachheit in der Bedienung einer Wasserheizung gegenüber der Bedienung einer Niederdruckdampfheizung hochzuschätzen.

Heizung in den Uebergangszeiten.

Ein wesentlicher Unterschied in der Annehmlichkeit des Betriebes und für die Behaglichkeit der Bewohner zugunsten der Wasserheizung zeigt sich in den Uebergangszeiten im Herbst und im Frühjahr. Mit Dampfheizung kann ein Zimmer nicht eher beheizt werden, bevor nicht im Kessel Dampf gemacht und die ganze Rohrleitung mit Dampf gefüllt ist. Wenn es sich wie in den Uebergangszeiten gewöhnlich um äußerst geringe Anwärmung der Räume bei nur etwas kühlerm Wetter handelt, ist schon die durch die Rohrleitung einer Dampfheizung, selbst wenn dieselbe isoliert worden, dem Gebäude mitgeteilte Wärmemenge größer als überhaupt erforderlich, und außerdem erfolgt die Erwärmung gewöhnlich an ungewünschter Stelle. Bei einer Wasserheizung dagegen kann mit geringster Brennmaterialmenge, geringer als in einer Niederdruckdampfheizung zur Erzeugung der Dampftemperatur des Kesselwassers überhaupt erforderlich ist, den Räumen, wie gewünscht, nur ein Hauch von Wärme zugeführt werden. Dieser Umstand mag auch der Grund sein, daß in den südlichern Gegenden, der Schweiz und Oberitalien, die Niederdruckheizung selten mehr zur Ausführung kommt.

Schnelles Anheizen. Schnelle Abkühlung.

Als Vorteil der Niederdruckdampfheizung gegenüber der Wasserheizung wird zuweilen angeführt, daß die Dampfheizung schneller in Gang gesetzt werden könne. Dies mag für die in früherer Zeit mit großem Wasserinhalt gebauten Wasserheizungen zutreffend gewesen sein. Bei den neueren Anlagen, deren gußeiserne Kessel und Radiatoren nur wenig Wasserinhalt haben, ist ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden Heizsystemen nicht mehr vorhanden.

*) Recknagel, Was muß der Architekt über Zentralheizung wissen? S. 12.

Ebenso wird manches Mal hervorgehoben, daß die Dampfheizung schnellere Regelung der Raumtemperatur ermöglicht, da bei Schluß des Ventils am Heizkörper der Dampf im Augenblick kondensiert sei. Dabei ist aber außer acht gelassen, daß nicht nur der Dampf kondensiert, sondern auch die nicht geringe Metallmasse des Heizkörpers sich abkühlen muß.

In der Praxis haben sich im Betrieb bei der jetzigen Form der Radiatorenheizkörper mit wenig Wasserinhalt irgendwelche Uebelstände aus dem Unterschied der Abkühlungszeit von Dampf- oder Wasserheizkörpern nicht gezeigt.

Geräusch.

Bis jetzt ist es nicht gelungen, eine vollständig geräuschlose Niederdruckdampfheizung herzustellen.

Bei gut gebauten und richtig einregulierten derartigen Anlagen ist es allerdings ermöglicht, das Geräusch auf ein bei dem Anheizen stattfindendes Summen zu beschränken, aber es gibt nur wenig solche Heizungen; in den meisten knattert und poltert es bei schnellem Anheizen. Auch in dieser Beziehung ist die Wasserheizung im Vorteil, da sie vollkommen geräuschlos arbeitet.

Einfrieren.

Nicht selten wird der Wasserheizung der Vorwurf gemacht, daß die Gefahr des Einfrierens derselben größer sei als bei Dampfheizung. In Wirklichkeit ist das Verhältnis ein umgekehrtes, und mag in dieser Hinsicht an die folgenden Worte Rietschels, welche er 1907 bei dem Heizungskongreß in Wien*) unter allgemeiner Zustimmung ausgesprochen hat, erinnert sein:

„Mir ist seit meiner nunmehr 37jährigen Tätigkeit auf dem Gebiete des Heizungs- und Lüftungswesens zwar schon öfter das Einfrieren von Dampfheizkörpern, noch niemals aber das Einfrieren der Warmwasserheizkörper einer Luftheizkammer und in wenigen Fällen das Einfrieren von örtlichen Warmwasserheizkörpern bekannt geworden."

Es hat eine solche von Hunderten von praktischen Heizingenieuren geteilte Meinung nicht verhindern können, daß bis in die letzte Zeit die ganz unbegründete Behauptung über die Gefahr des Einfrierens bei Wasserheizungen in Wort und Schrift immer von neuem aufgetischt wird.

Besonders bei der Wahl des Heizsystems für Schulgebäude wird wegen der vermeintlichen Gefahr des Einfrierens an schulfreien Tagen und während der Weihnachtsferien häufig von der Einrichtung von Wasserheizung abgesehen.

Solange man noch bei Schulgebäuden die Aborte auf den Schulhof verlegte und das Wasser aus dem im Hofe laufenden Rohrbrunnen herbeiholte, mag eine solche Erwägung mehr oder minder begründet gewesen sein. Heute aber, wo die Schulhäuser mit Wasserleitung und Wasserklosetts ausgestattet sind, muß schon wegen des Schutzes dieser Einrichtungen gegen Einfrieren, ganz gleich ob das Schulhaus durch Dampf oder Wasser beheizt wird, die Innentemperatur über dem Gefrierpunkt gehalten werden. Bei näherer Betrachtung zeigt es sich, daß dies keine so schwierige und kostspielige Aufgabe ist, wie gewöhnlich angenommen wird, wenigstens unter den klimatischen Verhältnissen Deutschlands.

Für massiv gebaute Schulhäuser wurde der Abkühlungskoeffizient zu ungefähr 20 Stunden durch Beobachtungen festgestellt**), d. h. nach 20 Stunden wird die zur Zeit der Unterbrechung der Heizung vorhandene Temperaturdifferenz zwischen innen und außen durch Abkühlung auf die Hälfte herabsinken und nach weitern 20 Stunden wiederum die Hälfte der nach 20 Stunden noch vorhandenen Temperaturdifferenz betragen. Somit wird die Endtemperaturdifferenz nach 40 Stunden, entsprechend ungefähr der Dauer der Heizunterbrechung über Sonntag, $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ der ursprünglichen Anfangstemperaturdifferenz betragen.

*) Gesundheits-Ingenieur 1907, Nr. 23, S. 374.

**) Gesundheits-Ingenieur 1907, Nr. 1, S. 13.

Bei 5° Außenkälte und 19° anfänglicher Innentemperatur würde die Anfangstemperaturdifferenz von $19^0 + 5^0 = 24^0$ auf $\frac{1}{4}$ von 24^0, d. i. auf 6° Temperaturdifferenz, herabsinken, nach 40 Stunden die Innentemperatur bei gleichbleibender Außentemperatur von — 5° immer noch 1° über dem Gefrierpunkt liegen.

In Berlin kommen durchschnittlich*) laut klimatischer Temperaturtabelle 14 Tage im Jahre mit Kälte von — 5° und kälter vor. Da anzunehmen ist, daß diese 14 kältern Tage sich durchschnittlich gleichmäßig auf die sieben Tage der Woche verteilen, so bleiben für Berlin und für deutsche Verhältnisse überhaupt nur zwei Sonntage durchschnittlich in jeder Heizperiode, an welchen eine Heizung erforderlich wird, um Einfrieren zu verhüten. Dies muß geschehen, nicht nur um die Heizung selbst vor Einfrieren zu schützen, sondern zum Schutz der Hauseinrichtungen überhaupt.

Für massiv gebaute öffentliche Gebäude und Wohnhäuser liegen die Verhältnisse bezüglich des Einfrierens ebenso.

Ein Unterschied in der Gefahr des Einfrierens zugunsten der Niederdruckdampfheizung ist somit nicht vorhanden.

Heizflächenleistung.

Der unterste Teil der Heizfläche der Heizkörper von Niederdruckdampfheizungen nach offenem System muß auch bei der Höchstleistung kalt bleiben, damit vermieden wird, daß bei geringen Spannungsschwankungen Dampf in die Kondensleitung eindringt. Der kalt bleibende, nicht wirksame Teil der Dampfheizfläche ist zu wenigstens 10 % der Totalheizfläche zu bemessen.

Auch bei Verwendung von Kondensstauern ist ein Teil der Heizfläche minder leistend, weil Kondensstauer den vollständigen Austritt der mit dem Dampf gemischten Luft verhindern.

Bei Wasserheizkörpern kann dagegen immer die ganze Heizfläche mit voller Leistung in Rechnung gestellt werden.

Heizflächentemperatur.

Die Hygiene fordert, daß die Heizflächentemperatur 80° nicht überschreiten soll. Dieser Anforderung entspricht die Warmwasserheizung vollkommen. Die Niederdruckdampfheizung, deren Heizflächentemperatur überall und immer 100° beträgt, ist in hygienischer Hinsicht minderwertig.

Es scheint jedoch, da viele Schulen und selbst Krankenhäuser unbeanstandet mit Niederdruckdampfheizung versehen werden, daß die Praxis diesem Umstande eine besondere Bedeutung nicht beimißt.

Haltbarkeit.

Eine richtig ausgeführte Warmwasserheizung ist von fast unbegrenzter Haltbarkeit.

Dagegen kann das Durchrosten der Kondensleitungen der Niederdruckdampfheizungen auch durch die Ausführung sogenannter geschlossener Systeme nicht aufgehalten werden. Die Lebensdauer von Wasserheizungen muß deshalb ungleich höher veranschlagt werden als von Niederdruckdampfanlagen.

Daß die Rohrleitungen, Heizkörper und Kessel bei Wasserheizungen unter höherm Innendruck stehen als bei Dampfheizungen, hat, solange nur der Innendruck die praktisch als zulässig gefundene Grenze nicht überschreitet,

*) Gesundheits-Ingenieur 1909, Festnummer, S. 31.

auf die Dauerhaftigkeit der Wasserheizung keinen nachteiligen Einfluß.

Vertiefung des Kesselraumes.

Für eine Wasserheizanlage ist unter den gewöhnlichen Verhältnissen eine Vertiefung des Kesselraumes nicht erforderlich.

Niederdruckdampfkessel dagegen können in Kellerräumen gewöhnlicher Höhe nicht untergebracht werden, und es ist eine Vertiefung des Kesselraumes erforderlich, welche bei hohem Grundwasserstand oder felsigem Untergrund erhebliche Mehrkosten verursachen kann.

Herstellungskosten.

Eine Warmwasserheizung kostet annähernd 15—20 % mehr als eine Niederdruckdampfheizung. Kessel und Rohrleitung kosten bei beiden Systemen annähernd gleich viel. Der Preisunterschied wird hauptsächlich durch die für Warmwasserheizung um $^1/_3$ größer erforderten Heizflächen der Heizkörper veranlaßt, welche bei Dampf für $100^0 - 20^0 = 80^0$ Temperaturdifferenz, bei Warmwasserheizung nur für $80^0 - 20^0 = 60^0$ Temperaturdifferenz berechnet werden müssen.

Betriebskosten.

Die höhern Herstellungskosten einer Warmwasserheizung machen sich fast immer durch billigern Betrieb mehr als bezahlt, wie ein der Praxis entnommenes Beispiel ersehen läßt.

Die Herstellungskosten einer Niederdruckdampfheizanlage für ein großes Volksschulhaus betrugen 39 400 M. Die Brennmaterialkosten in einer Heizperiode betrugen 3420 M.

Wenn an Stelle der Dampfheizung eine Warmwasserheizung gebaut worden wäre, würden rd. 20 %, d. i. um 684 M. weniger, für Brennmaterial ausgegeben worden sein.

Die Wasserheizeinrichtung würde um höchstens 20 %, d. i. um 7880 M., teurer als die Dampfheizung zu stehen gekommen sein.

Diese Mehrkosten zu 5 % verzinst und amortisiert ergeben einen jährlichen Betrag von 370 M. Somit würde der Betrieb der Wasserheizung um 684 — 370 = 314 M. im Jahr ökonomischer sein als der Betrieb mit der billigern Dampfheizung.

Zugunsten der Betriebskosten mit Wasserheizung ist außerdem noch die Differenz in der erforderten Abschreibung und Erneuerung zuzurechnen. Für Wasserheizung, welche von fast unbeschränkter Dauer ist, ist der Betrag für Abschreibung und Erneuerung wesentlich niedriger anzusetzen als für die dem teilweisen Verrosten ausgesetzte Dampfheizung.

Zusammenfassung.

Die vorstehenden Erörterungen der Eigenschaften der beiden Heizsysteme haben ergeben, daß die Niederdruckdampfheizung der Warmwasserheizung in technischer, hygienischer und wirtschaftlicher Beziehung nachsteht.

Wenn dennoch die Niederdruckdampfheizung eine weite Verbreitung gefunden hat, so ist hierfür allein der höhere Herstellungspreis der Warmwasserheizung die Ursache.

Die für die Heizanlage eines Baues zur Verfügung stehenden Mittel sind leider oft so beschränkt, daß notgedrungen die minderwertige, aber billigere Niederdruckdampfheizung zur Ausführung gebracht werden muß.

Für alle solche Notfälle bietet die nachfolgend beschriebene offene Ueberdruckwasserheizung mit mittlerer Höchsttemperatur des Wassers von 100⁰, welche nicht teurer als Niederdruckwasserheizung ist und doch alle Hauptvorteile der Warmwasserheizung in sich vereint, einen vorteilhaften Ersatz für Niederdruckdampfheizung.

Offene Ueberdruckwasserheizung*) mit mittlerer Höchstwassertemperatur von 100⁰**).

In dieser einfachsten Ausführungsart kommt die Ueberdruckwasserheizung an allen den Stellen zur Ausführung, an welchen aus hygienischen Gründen die mittlere Höchstwassertemperatur des Heizwassers 100⁰ nicht übersteigen soll.

Das Prinzip, auf welchem dieselbe beruht, ist vergleichsweise mit dem Prinzip der Warmwasserheizung in den Abbildungen schematisch dargestellt, wobei Abb. 1 einer Warmwasserheizung entspricht. Das Ausdehnungsgefäß liegt hier direkt über der höchsten Stelle des Heizrohrstranges, in welchem Wasserzirkulation stattfindet.

Abb. 2 und 3 entspricht der Ueberdruckwasserheizung. Hier wird der zusätzliche Druck dadurch erzielt, daß das Ausdehnungsgefäß um die Höhe h über der höchsten Stelle der Heizrohrleitung, in welcher Wasser zirkuliert, aufgestellt wird.

In dem Verbindungsrohr zwischen Ausdehnungsgefäß und der Heizrohrleitung findet keine Wasserzirkulation statt.

Der statische Wasserdruck ist, da das Ausdehnungsgefäß in der Rohranordnung nach Abb. 1, 2, 3 gleich hoch über dem Kessel liegt, an allen Stellen gleicher Höhe gleich.

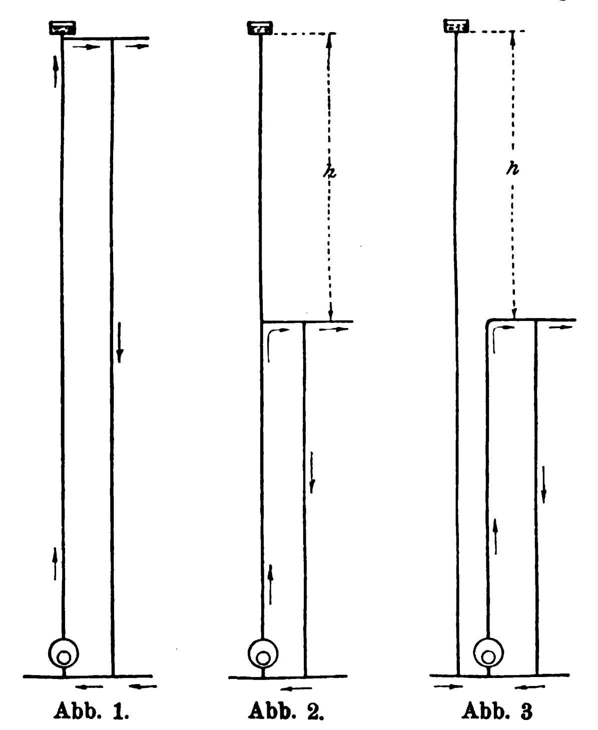


Abb. 1. Abb. 2. Abb. 3

In der Anordnung als gewöhnliche Warmwasserheizung nach Abb. 1, wo das Ausdehnungsgefäß dicht über dem mit zirkulierendem Wasser gefüllten Rohre steht, wird bei 100⁰ Wassertemperatur Dampfbildung eintreten.

Dagegen bei Anordnung nach Abb. 2 und 3, als Ueberdruckheizung, kann, bevor Dampfbildung eintritt, die Kesseltemperatur so weit gesteigert werden, bis die dieser Temperatur zugehörige, in Wassersäulenhöhe ausgedrückte Ueberdruckdampfspannung über dem atmosphärischen Druck mit der Höhe h im Gleichgewicht steht.

Für eine Höchstwassertemperatur von 110⁰, entsprechend bei 20⁰ Temperaturdifferenz im Rohrsystem einer mittlern Höchstwassertemperatur von 100⁰, muß die Ueberdruckhöhe h mindestens 4 m betragen***). Um eine Reserve gegen Ueberkochen bei dieser Höchsttemperatur zu haben, ist die Ueberdruckhöhe $h = 6$ m anzunehmen.

*) Gesundheits-Ingenieur 1909, Festnummer.

**) D. R. P. Nr. 208976, österreich. Pat. Nr. 43648, ungar. Pat. Nr. 6205, schweiz. Pat. Nr. 47911, engl. Pat. Nr. 8556.

***) Graph. Tab. I, S. 21, Festnummer, Gesundheits-Ingenieur 1909.

Der Ueberdruck von 6 m ist bei allen Wohnhäusern und selbst bei fast allen öffentlichen Gebäuden in der Anordnung nach Abb. 2 und 3 herstellbar. Baupolizeilich ist die Gebäudehöhe bis zur Dachkante meistens auf 20 m beschränkt. Der Kessel wird selten tiefer als 5 m unter Straßenhöhe zu stehen kommen, so daß der größte Höhenunterschied zwischen Kessel und dem höchsten Punkt des Heizrohrstranges auf dem Dachboden rund 25 m nicht übersteigt.

In einem gußeisernen Wasserheizkessel und ebenso in den gußeisernen Radiatoren ist mit voller Sicherheit

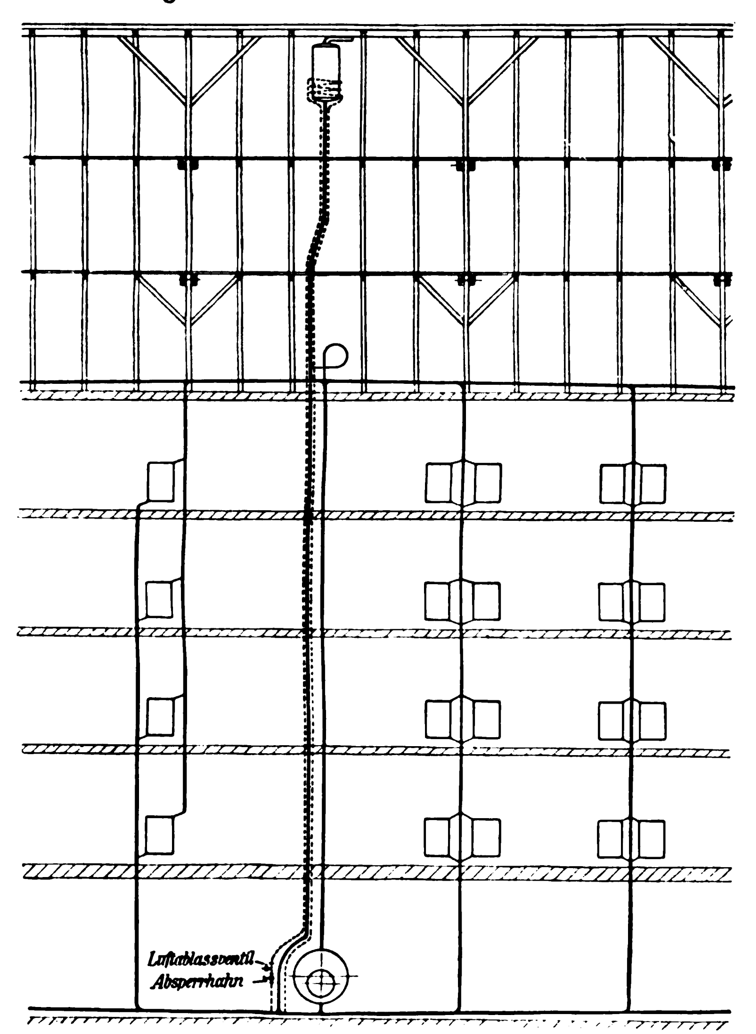
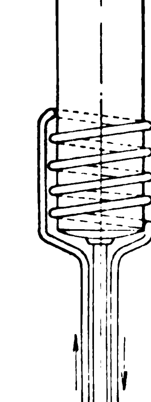


Abb. 4.


Abb. 5.

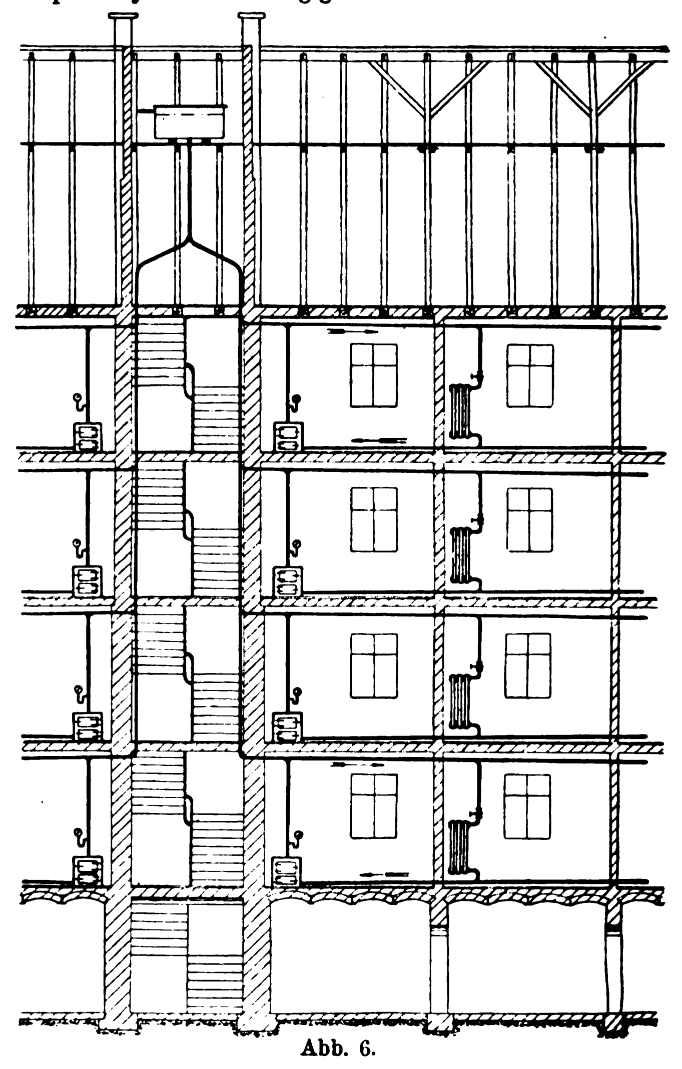
im Betrieb ein Wasserdruck von 35 m zulässig, so daß das Ausdehnungsgefäß noch 35 m — 25 m = 10 m höher gelegt werden könnte als der höchste Punkt der Heizrohrleitung, bis die Grenze des zulässigen Wasserdruckes bei gußeisernen Gliederkesseln erreicht wird.

Für den Fall, daß ein frostsicherer Raum für das Ausdehnungsgefäß nicht beschafft werden kann, wird das Einfrieren des Ausdehnungsgefäßes und dessen Zuleitungsrohres in selbsttätiger und zuverlässiger Weise verhindert, indem, ausgehend von irgendeiner Stelle der Heizrohrleitung und nach dem Rücklaufrohr der Heizrohrleitung zurückkehrend, eine aus $^3/_8$" oder $^1/_2$" Eisenrohr hergestellte Rohrschleife nach dem Ausdehnungsgefäß, dasselbe ein oder mehrmals in seinem untern Teile außen umschlingend, geführt wird (Abb. 4 und 5).

Diese Rohrschleife ist in sich vollkommen geschlossen. Die Rohre der Schleife werden, wie auf Abb. 4 zu ersehen, dicht an dem Zuleitungsrohre des Ausdehnungsgefäßes verlegt und das Zuleitungsrohr ebenso wie auch das Ausdehnungsgefäß mit den beiden Rohren der Schleife in gemeinschaftlicher Isolierung gebettet.

Um die an der höchsten Stelle der Rohrschleife sich ansammelnde, die Zirkulation des Wassers hindernde Luft zu entfernen, ist im Heizraum an der Rohrschleife eine Ausblasevorrichtung angebracht.

In der Rohrschleife findet eine von der Zirkulation im Hauptrohrsystem unabhängige sekundäre Wasserzirkulation


Abb. 6.

statt, durch welche das Ausdehnungsgefäß vor dem Einfrieren bewahrt wird.

Die Ueberdruckheizung ermöglicht bei Etagenheizungen eine besondere Vereinfachung. Bisher war für jede Einzelwohnung ein besonderes Ausdehnungsgefäß mit Zuleitungsrohr erforderlich. Bei offener Ueberdruckwasserheizung kann, wie auf Abb. 6 skizziert, für alle an einer Treppe belegenen Wohnungen ein einziges gemeinschaftliches Ausdehnungsgefäß zur Verwendung kommen, bei einem viеretagigen Wohnhaus somit an Stelle von acht oder selbst zwölf Ausdehnungsgefäßen ein einziges.

Auch für ausgedehnte Gewächshausanlagen ist bei Anwendung der Ueberdruckwasserheizung die Aufstellung eines gemeinschaftlichen Ausdehnungsgefäßes für die verschiedenen Gewächshäuser angezeigt. In diesem Falle können von den verschiedenen mit Heizkesseln versehenen Gewächshäusern die Zuleitungsrohre nach einem gemeinschaftlichen, in entsprechender Höhe aufgestellten Ausdehnungsgefäße, im Boden in frostfreier Tiefe, ohne Isolierung verlegt, zusammengeführt werden.

Ein Beispiel günstiger Verwendung der offenen Ueberdruckwasserheizung zeigt die Anlage der Lüftungsanlage

für die Schwimmhallen des Volksbades in Nürnberg (Skizze Abb. 7). Die Zuluft wird dort in aufrecht stehenden, mit Röhren durchzogenen Kesseltrommeln *b* erwärmt. In den Kesseln, außen um die Röhren, zirkuliert das Heizwasser einer Ueberdruckwasserheizung, die Zuluft durchströmt die Röhren. Die Erwärmung des Heizwassers geschieht in diesem Falle in dem Dampfwasserapparat *a* durch eine mit Dampf von 5 Atm. Spannung gespeiste Heizschlange. Die Temperatur des Heizwassers wird durch ein den Kondenswasserabfluß aus der Heizschlange regelndes Nadelventil geregelt. Die Zuluft wird durch einen Ventilator zugeführt.

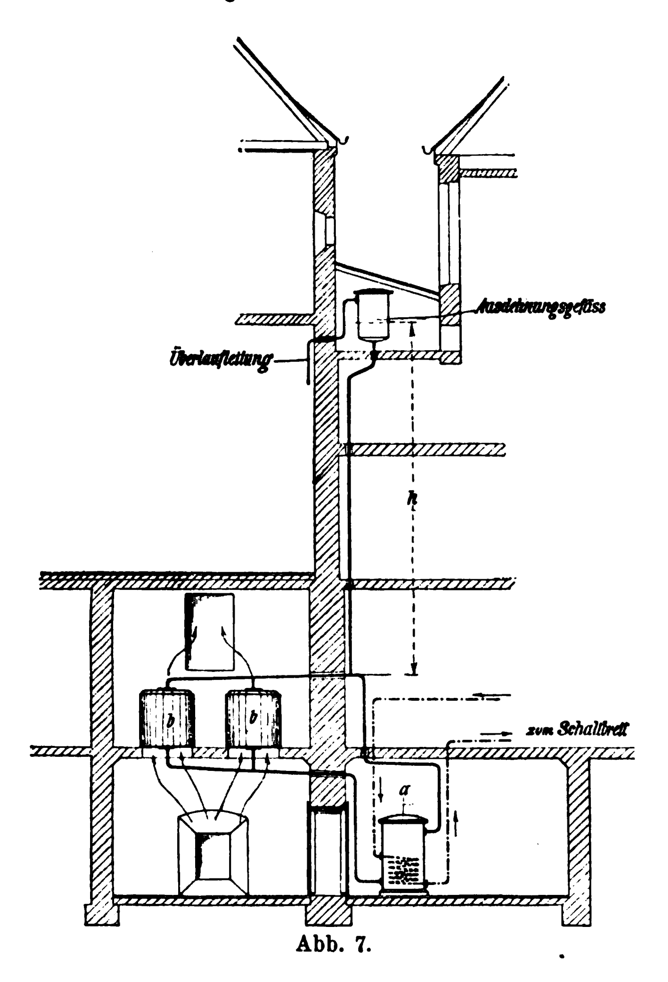


Abb. 7.

Eine derartige durch Ueberdruckwasserheizung betriebene Lüftungsanlage hat den großen Vorteil, daß die Einstellung der Zulufttemperatur durch entsprechende Regelung der Heizwassertemperatur in der einfachsten und wirksamsten Weise vermittels eines einzigen kleinen Nadelventils am entfernten, im Zentralregelungsraum des Volksbades angebrachten Schaltbrett geschehen kann, an welchem auch durch Fernthermometer die Heizwassertemperatur und Zulufttemperatur sichtbar gemacht ist. Auch die Regelung der Zuluftklappe wird von dem Schaltbrett aus betätigt.

Bei einer durch Niederdruckdampf betriebenen derartigen Anlage jedoch müßte die Heizfläche für die Zuluftserwärmung in zwei Sektionen, eine für Vorwärmung, die andre für Nachwärmung der Luft, geteilt werden. Die Nachwärmesektion müßte durch Absperrventile weiter unterteilt sein. Auch eine Mischkammer und Mischklappe dürften nicht fehlen.

Die Regelung einer solchen komplizierten Anlage bietet naturgemäß große Schwierigkeiten.

An andrer Stelle wird die Heizung und Lüftung eines Saales für 600 Personen durch Anschluß an die Ueberdruckheizung des Gebäudes in der Weise bewerkstelligt, daß sowohl die Heizung als auch die Lüftung von den gleichen Wasserheizkörpern aus, welche in einer Heizkammer im Keller aufgestellt sind, geschieht. Der Wärmebedarf für die Lüftung ist in dem vorliegenden Fall wesentlich größer als der Bedarf für die Beheizung des Saales. Da aber niemals gleichzeitig geheizt und gelüftet werden muß, wird der Saal von der Ventilationskammer aus durch Umluftheizung erwärmt und durch Oeffnen der Zuluftklappe gelüftet.

Die auch hier an einer Stelle zentralisierte Kontrolle und Betätigung der Anlage ist in so einfacher Weise nur bei Wasserheizung erreichbar. Die Regelung einer Dampflüftungs- und Heizanlage würde bei dem geringen Verständnis des mit dem dortigen Betriebe betrauten Personals nicht mit Aussicht auf Erfolg in Ausführung zu bringen sein. Eine Niederdruckdampflüftung an dieser Stelle würde nur die vielen gebauten, aber nicht gebrauchten Lüftungseinrichtungen um eine vermehrt haben.

Außer den vorstehend angeführten, für spezielle Zwecke bestimmten offenen Ueberdruckwasserheizanlagen sind eine Anzahl weiterer Anlagen ausgeführt und im Bau begriffen, so einige große Schulhäuser, Privatwohnungen, Gesellschaftshaus usw.

Kosten der Ueberdruckheizanlage im Vergleich mit denen der Niederdruckdampfheizung.

Wie vorstehend (S. 81) bereits erörtert, wird der Preisunterschied einer Warmwasserheizanlage gegenüber den Kosten einer Niederdruckdampfheizanlage hauptsächlich dadurch veranlaßt, daß für Warmwasserheizanlagen die Heizkörper um rd. $^1/_3$ mehr Heizflächen erhalten müssen als bei Niederdruckdampfheizung.

Die offene Ueberdruckdampfheizung bei 100° mittlerer Höchsttemperatur erfordert aber nicht mehr Heizfläche als eine Niederdruckdampfheizung, im Gegenteil. Da wenigstens 10 % der Dampfheizfläche wegen der Sicherheit gegen Durchschlagen des Dampfes oder wegen der im Dampfe enthaltenen Luft, wie S. 80 erörtert worden, unwirksam ist, leisten die Heizflächen der Ueberdruckwasserheizung, welche voll wirksam sind, 10 % mehr und können um 10 % billiger hergestellt werden. Dieser Vorteil in den Herstellungskosten der Heizfläche im Verein mit den geringeren Kosten für Isolierung der Wasserheizrohre reicht unter gewöhnlichen Verhältnissen hin, um die Mehrkosten des etwas teureren Rohrsystems der Ueberdruckheizung auszugleichen, so daß eine solche offene Ueberdruckwasserheizung im allgemeinen nicht teurer zu stehen kommt als eine Niederdruckdampfheizung.

Die Vorteile einer offenen Ueberdruckwasserheizung gegenüber einer Niederdruckdampfheizung bei gleichen Anlagekosten sind so wesentliche, daß die Ueberdruckheizung überall an Stelle der Niederdruckheizung ausgeführt werden sollte.

Die offene Ueberdruckheizung steht in technischer und wirtschaftlicher Beziehung der Warmwasserheizung nicht nach, sie besitzt in gleich vollkommener Weise wie diese zentrale und lokale Regelbarkeit, was bei der Mitteldruckwasserheizung mit belastetem Ventil in dem Ausdehnungsgefäß, die auch nach Rietschel nicht zu empfehlen ist, nicht der Fall ist*).

In hygienischer Beziehung steht die Ueberdruckwasserheizung mit 100° Höchsttemperatur der Heizfläche, der Warmwasserheizung nach, ist aber in dieser Hinsicht der Dampfheizung wesentlich überlegen.

Die Heizflächentemperatur der Niederdruckdampfheizung beträgt jederzeit 100°. Bei Ueberdruckwasserheizung aber tritt die Höchsttemperatur der Heizfläche nur so oft ein, als die der Berechnung der Anlage zugrunde

*) Gesundheits-Ingenieur 1909, Festnummer, S. 19.

liegende niedrigste Außentemperatur von 20° Kälte erreicht wird, das ist in Berlin durchschnittlich alle 10 Jahre einmal der Fall*).

Bei einer Außentemperatur von 10° Kälte beträgt dann die Heizflächentemperatur der für eine niedrigste Außentemperatur von — 20° erbauten Ueberdruckwasserheizung von 100° Höchstwassertemperatur, wie die Hygieniker es fordern, 80°.

Tage mit 10° Kälte und kälter kommen in Berlin durchschnittlich nur dreimal im Jahre vor. An allen wärmern Tagen, das ist von den rund 200 Heiztagen Berlins an 197 Heiztagen im Jahre, liegt die Heizwassertemperatur noch unter 80°. Bei 0° Außentemperatur ist für eine derartige Ueberdruckwasserheizung eine Heizwassertemperatur von 60° erforderlich*) (bei gewöhnlicher Warmwasserheizung 50°).

*) Gesundheits-Ingenieur 1909, Festnummer, S. 31.

Unter 0° Außentemperatur gibt es in Berlin durchschnittlich 40 Tage. Es bleiben somit 200 — 40 = 160 Heiztage im Jahre, an welchen die Heizwassertemperatur sogar weniger als 60° betragen darf.

Der Niederdruckdampfheizung, deren Heizfläche mit 100° Oberflächentemperatur immer die von der Hygiene gegebene Grenze von 80° überschreitet, ist somit die Ueberdruckwasserheizung mit 100° Höchstwassertemperatur auch in hygienischer Hinsicht bei weitem vorzuziehen, und es läßt sich erwarten, daß dieser Fortschritt an allen den Stellen, welche dieser hygienischen Eigenschaft große Bedeutung beilegen, freudig begrüßt werden wird.

*) Gesundheits-Ingenieur 1909, Festnummer, S. 23, Abb. 6, Diagramm.

Bücherschau.

Bei der Schriftleitung eingegangene, neu erschienene Bücher:

(In diesem Verzeichnis werden alle bei der Schriftleitung eingehenden Bücher aufgeführt; eine Besprechung einzelner Werke bleibt vorbehalten. Eine Rücksendung der eingesandten Bücher findet nicht statt.)

Das Einzelwohnhaus der Neuzeit. Herausgegeben von Erich Haenel und Heinrich Tscharmann. Zweiter Band. 288 Seiten in 8° mit 291 Abbildungen und Grundrissen sowie sechzehn farbigen Tafeln. Drittes Tausend. Leipzig 1910. Verlagsbuchhandlung von J. J. Weber. Preis in Rohleinen gebunden 7,50 M.

Webers illustrierte Gartenbibliothek von Willy Lange, Königl. Garteninspektor, Abteilungsvorsteher und Lehrer an der Königlichen Gärtnerlehranstalt Dahlem. Vierter Band: Land- und Gartensiedlungen von Willy Lange. Zweites Tausend. 254 Seiten in 8° mit 213 in den Text gedruckten Abbildungen und 16 Seiten farbiger Tafeln. Buchschmuck von Paul Engelhardt. Leipzig 1910. Verlagsbuchhandlung von J. J. Weber. Preis in Künstlerleinen gebunden 10 M.

Viertes Sonderheft der Architektur des XX. Jahrhunderts. Martin Dülfer. 117 Seiten in 8° mit zahlreichen Abbildungen. Text von Dr. Max Creutz. Berlin 1910. Verlag von Ernst Wasmuth A.-G. Preis 10 M. Vorzugspreis für Abonnenten der Berliner Architekturwelt 5 M.

Heimatschutz und Landschaftspflege. Ein Wegweiser für den Heimatschutz, der über alle Fragen dieser mächtigen Bewegung Auskunft gibt. Von Prof. Dr. Eugen Gradmann. Landeskonservator in Stuttgart. 182 Seiten in 8° mit Buchschmuck und 10 Originalzeichnungen von W. Strich-Chapell, 1.—6. Tausend. Stuttgart 1910. Verlag von Strecker & Schröder. Preis 2,20 M.

Stoßwirkungen an Tragwerken und am Oberbau im Eisenbahnbetriebe. Von Dr.-Ing. Heinrich Saller, Kgl. bayer. Direktionsrat. 70 Seiten in 8° mit 6 Abbildungen im Texte. Wiesbaden 1910. C. W. Kreidels Verlag. Preis 3,20 M.

10. Mitteilung aus dem mechanisch-technischen Laboratorium der k. k. technischen Hochschule in Wien. Kerbgröße und Kerbwirkung. Von Privatdozent Dr. Alfons Leon. 56 Seiten in 8° mit 13 Textfiguren und 28 Tafelfiguren. Wien 1910. Verlag Lehmann & Wentzel, G. m. b. H.

11. desgl. Ueber die Zerstörungen in tunnelartig gelochten Gesteinen. Von A. Leon und F. Willheim. Sonderabdruck aus der „Oesterr. Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst", Heft 44, Jahrgang 1910. 24 Seiten in 8° mit 20 Textfiguren und zwei Tafeln. Wien 1910. Verlag von Lehmann & Wentzel, G. m. b. H.

Elastische Bogenträger einschließlich der Gewölbe, Eisenbetonbogen und Bogenfachwerke. Ihre Theorie und Berechnung mit zahlreichen Beispielen und Aufgaben entsprechend den Bedürfnissen der Praxis von Dr. Jakob J. Weyrauch, Prof. a. d. Kgl. Techn. Hochschule Stuttgart. Dritte vollständig neubearbeitete Auflage mit 322 Textfiguren und einer Tafel. 539 Seiten in 8°. Stuttgart 1911. Verlag von Konrad Wittwer. Preis 24 M.

Der Eisenbetonbau, ein Leitfaden für Schule und Praxis von C. Kersten, Bauingenieur und Kgl. Oberlehrer a. D. Teil I. Ausführung und Berechnung der Grundformen. 7. verbesserte Auflage. 293 Seiten in 8° mit 195 Textabbildungen.

— Teil II. Anwendungen im Hoch- und Tiefbau. 5. verbesserte Auflage. 209 Seiten in 8° mit 465 Textabbildungen. Berlin 1910. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn. Preis jedes Teiles gebunden 4 M.

Deutscher Ausschuß für Eisenbeton. Heft 5. Bericht des Königlichen Materialprüfungsamtes zu Groß-Lichterfelde-West über die ihm übertragenen Versuche mit Eisenbeton-Säulen. Reihe I und II. Erstattet von Prof. M. Rudeloff, Geh. Regierungsrat, Direktor im Kgl. Materialprüfungsamt. Die Versuche sind durchgeführt in den Jahren 1907 bis 1909. 118 Seiten in 8° mit 72 Textabbildungen und zahlreichen Tabellen. Berlin 1910. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn. Preis geb. 6 M.

Untersuchungen über die Kraftrichtung im schiefen Gewölbe. Von C. Busemann, Baumeister in Lübeck. 70 Seiten in 8° mit zahlreichen Textabbildungen. Berlin 1910. Verlag Zement und Beton G. m. b. H. Preis geb. 4 M.

Feldmessen und Nivellieren. Elementare Anleitung für die Schule und zum Selbstunterricht. Bearbeitet von Fr. Heer, Obergeometer in Stuttgart. 49 Seiten in 8° mit 57 Figuren im Text. Wiesbaden 1910. C. W. Kreidels Verlag. Preis 1 M.

Der Talsperrenbau nebst Beschreibung ausgeführter Talsperren. Herausgegeben von P. Ziegler, Kgl. Baurat zu Clausthal. Zweite vollständig neubearbeitete Auflage. 392 Seiten in 8° mit 314 Textabbildungen. Berlin 1911. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn. Preis geh. 20 M., geb. 21,50 M.

Ueber das Fließen fester Körper. Von A. Leon. Sonderabdruck aus der Rundschau für Technik und Wirtschaft, Nr. 6, III. Jahrgang 1910. 18 Seiten in 8°. Prag. A. Haase, k. u. k. Hofbuchdrucker.

Königliche Technische Hochschule zu Berlin. Mitteilungen der Prüfungsanstalt für Heizungs- und Lüftungs-

einrichtungen. Vorsteher Geh. Regierungsrat, Prof. Dr.-Ing. Rietschel. Heft 2. 47 Seiten in 8° mit vielen Abbildungen im Text, 6 Tafeln und 9 losen durchsichtigen Blättern (in Mappe). Preis 4 M.

Desgl. Heft 3. 34 Seiten in 8° nebst einem Anhang enthaltend Zahlentafel. Viele Abbildungen im Text. München und Berlin 1910. Druck und Verlag von R. Oldenbourg. Preis 2 M.

Actualités scientifiques. La Métallographie, appliquée aux produits sidérurgiques, par Umberto Savoia, ingénieur, assistant de Métallurgie à l'Institut royal technique supérieur de Milan. 218 Seiten in 8° mit 94 Abbildungen im Text. Paris 1911. Gauthier-Villars, imprimeur-libraire du Bureau des Longitudes, de l'École Polytechnique, Quai des Grands-Augustins 55. Preis 3 Fr. 25.

Beiträge zur Theorie der Schiffsschraube. Von Dr.-Ing. A. Pröll. Habilitationsschrift genehmigt von der Abteilung für allgemeine Wissenschaften a. d. Kgl. Techn. Hochschule Danzig 1909. Sonderabdruck aus dem Jahrbuch der Schiffsbautechnischen Gesellschaft 1910. Verlag von Julius Springer in Berlin.

Annuaire pour l'an 1911, publié par le Bureau des Longitudes. Avec des Notices scientifiques, celle de M. Poincaré sur la XVI. Conférence de l'Association géodésique internationale, et de M. Bigourdan sur l'Éclipse de Soleil du 17 avril 1912. 750 Seiten in 8° mit vielen Abbildungen. Paris, Gauthier-Villars, imprimeur-libraire du Bureau des Longitudes, de l'École Polytechnique, Quai des Grands-Augustins 55. Prix net 1 Fr. 50 C.

Ilustrita Teknikal Vortolibri en sis Lingui. Germana-Angla-Franca-Rusa-Italiana-Hispana. Laborita segun la specala metodo Deinhardt-Schlomann da Alfred Schlomann, injenioro. Tradukita en ido. Tomo I. Mashin-Elementi. Ordinara Utensili, tradukita en ido da A. Wormser. 52 Seiten in 8°. München und Berlin 1910. Verlag von R. Oldenbourg. Preis 1 M.

Illustrierte technische Wörterbücher in sechs Sprachen (Deutsch, Englisch, Französisch, Russisch, Italienisch, Spanisch). Band VIII: Der Eisenbeton im Hoch- und Tiefbau. München und Berlin 1910, R. Oldenbourg.

Die Verwendung des Eisenbetons im Hoch- und Tiefbau hat in kurzer Zeit eine sehr große Bedeutung gewonnen, und mit Rücksicht auf diese Tatsache wird das vorliegende Werk in den Fachkreisen um so freudiger begrüßt werden, als die Fachausdrücke bei der verhältnismäßig jungen Eisenbetontechnik noch vielfach auseinandergingen und besonders in den verschiedenen Sprachen viele Verschiedenheiten zeigten; es ist dank der Mitarbeit hervorragender Fachleute aus allen Sprachgebieten nun aber gelungen, in diesem Werke Klarheit und Uebereinstimmung in den Fachausdrücken herzustellen.

Der vorliegende VIII. Band ist in 17 Abschnitte gegliedert, in denen zunächst die allgemeinen und Grundbegriffe sowie die Betonbereitung und Eisenbearbeitung behandelt sind, und dann werden die verschiedenen Verwendungszwecke nach Bauwerksarten und Bauwerksteilen aufgeführt.

Wie in allen bisher erschienenen Bänden der Illustrierten technischen Wörterbücher, so sind auch hier dem Text zahlreiche Abbildungen zur Erklärung beigegeben, und am Schlusse ist ein alphabetisch geordnetes Wortverzeichnis beigefügt, aus dem Seite und Spalte jedes Wortes zu entnehmen sind.

Der vorliegende VIII. Band des Werkes reiht sich seinen Vorgängern würdig an und wird gewiß in allen beteiligten Fachkreisen hohe Anerkennung und eifrige Benutzung finden.

B—m.

Illustrierte technische Wörterbücher in sechs Sprachen (Deutsch, Englisch, Französisch, Russisch, Italienisch, Spanisch). Band VI: Eisenbahnmaschinenwesen. München und Berlin 1909, R. Oldenbourg.

Mit dem vorliegenden VI. Bande ist das Gebiet der Eisenbahntechnik in den Illustrierten technischen Wörterbüchern, die von A. Schlomann herausgegeben werden, zum Abschluß gebracht. Auch bei der Bearbeitung dieses Bandes haben zahlreiche hervorragende Fachleute, eine größere Zahl bedeutender Firmen, verschiedene Eisenbahnbehörden sowie der Verein für Eisenbahnkunde und der Verein deutscher Maschineningenieure mitgewirkt, und es ist daher gelungen, die großen Schwierigkeiten, die einer sachgemäßen Bearbeitung entgegentraten, mit bestem Erfolg zu überwinden und ein Werk zu schaffen, das hohe Anerkennung verdient und gewiß in allen Fachkreisen freudig begrüßt und eifrig benutzt werden wird.

Neben der eingehenden Behandlung aller die Fahrzeuge betreffenden Fachausdrücke ist auch den Eisenbahnwerkstätten ein kurzer Abschnitt gewidmet, in dem die wichtigsten Spezialmaschinen und Arbeitsmethoden behandelt sind. Die ausführliche Behandlung der Werkzeugmaschinen wird aber in einem demnächst erscheinenden besondern Band erfolgen. Ebenso sind auf den Gebieten der Dampfkessel, Dampfmaschinen, der Maschinenelemente und der Fahrzeuge elektrischer Bahnen nur die allernotwendigsten Ausdrücke aufgenommen, da diese Gebiete schon in den früher erschienenen Bänden III, I und II ausführlich behandelt sind.

Der Band zerfällt in folgende acht Abschnitte: I. Gemeinsame Einrichtungen für Lokomotiven und Wagen, II. Lokomotiven und Triebwagen, III. Wagen, IV. Fahrzeuge der Bahnen besonderer Bauart, V. Zugbeleuchtungssysteme, VI. Fahrzeuge der elektrischen Bahnen, VII. Eisenbahnfahranlagen, VIII. Eisenbahnwerkstätten. Ferner ist in einem alphabetisch geordneten Wörterverzeichnis Seite und Spalte angegeben, in denen jedes einzelne Wort zu finden ist. Wie bei den früher erschienenen Bänden dienen zahlreiche — über 2100 — Abbildungen zur Erläuterung des Textes.

B—m.

Rechte und Pflichten der Anlieger von Ortsstraßen. Zusammenstellung der gesetzlichen Bestimmungen und der ergangenen Entscheidungen, mit zeichnerischen Darstellungen von Johannes Witzel, Sekretär der Stadtverwaltung Mülheim a. d. Ruhr. Erste Auflage. Druck und Verlag von Jul. Bagel in Mülheim a. R.

Außer den im Anhange beigefügten Gesetzen über die Anlegung von Straßen in Städten und ländlichen Ortschaften vom Jahre 1875 und betreffend die Enteignung von Grundeigentum von 1874 sowie den Vorschriften für die Aufstellung von Fluchtlinien und Bebauungsplänen und einem Beispiel einer Straßenbaukostenabrechnung enthält die kleine Schrift allgemeine und wissenswerte Mitteilungen über das in Anwendung zu bringende Verfahren für die Festlegung von Fluchtlinien, die Enteignung von Straßenland, die Anlegung neuer Straßen und die Beitragspflicht der Anlieger. Wegen seines fleißig zusammengetragenen Inhalts kann die Schrift allen Interessenten empfohlen werden.

E. Dietrich.

Die Wirtschaftlichkeit bei dem Städte-Entwässerungsverfahren von Dr.-Ing. Th. Heyd in Darmstadt. Druck und Verlag der Haasschen Buchdruckerei in Mannheim.

Der durch mehrfache Veröffentlichungen auf dem Gebiete der Kanalisation bereits bekannte Verfasser hat in der vorliegenden Arbeit ein treffliches Nachschlagebuch

für jeden, welcher sich auf dem Gebiete der Entwässerungsanlagen unterrichten will, herausgegeben. Dabei ist der Wirtschaftlichkeit der Anlagen besonderes Augenmerk gewidmet worden.

Daß die Arbeit im Auftrage der Deutschen Steinzeugwarenfabrik für Kanalisation und Chemische Industrie in Friedrichsfeld in Baden gefertigt wurde, tritt vornehm zurück, denn nirgends macht sich dies reklameartig bemerkbar.

Im ersten Abschnitte werden die Aufgaben der Städte-Entwässerung behandelt, im zweiten Abschnitte die gebräuchlichen Entwässerungsverfahren mitgeteilt und kritisch beleuchtet, während im dritten Abschnitte die Art des Entwurfs behandelt wird.

So stellt sich die Arbeit für Jüngere des Fachs als kurzgefaßtes Lehrbuch, für Aeltere als wertvolles Nachschlagebuch dar.

E. Dietrich.

Statik und Festigkeitslehre. Vollständiger Lehrgang zum Selbststudium für Ingenieure, Techniker und Studierende. Von Max Fischer. Erster Band: Grundlagen der Statik und Berechnung vollwandiger Systeme, einschließlich Eisenbeton. Zweite Auflage. Berlin 1910. Verlag von Hermann Meußer.

Der vorliegende erste Band bringt in 19 „Vorträgen", die eine Untergliederung in Paragraphen erhalten, in übersichtlicher und anschaulicher Weise sechs Hauptabschnitte der Statik: 1. Die Grundlagen der Statik; 2. Die Berechnung der Auflagerkräfte bei statisch bestimmt gelagerten ebenen Systemen; 3. Die Zug- und Druckfestigkeit; 4. Die Biegungsfestigkeit (Lage der Nullinie, Schwerpunktsbestimmungen, Trägheits- und Widerstandsmomente, Balken auf zwei Stützen bei ständiger und beweglicher Last, überkragende Balken, Berechnung genieteter Träger, Berechnung von Durchbiegungen, eingespannte und durchlaufende Träger auf mehreren Stützen, Biegung durch exzentrischen Zug oder Druck, Biegungsspannungen bei unsymmetrischen Querschnittsformen und bei schräger Belastung); 5) Die Knickfestigkeit; 6) Der Eisenbeton. Dabei wird von der Anwendung höherer Mathematik abgesehen, wodurch die Ableitung der Formeln zwar umständlicher wird, aber das Werk geeignet macht, Anfänger in die Grundlagen der Statik einzuführen und denjenigen, die die Kenntnis der höhern Mathematik entbehren, auch schwierigere statische Berechnungen zu ermöglichen. In diesem Sinne kann das Werk, das durch Tabellen und Zahlenbeispiele die Anwendung der entwickelten Berechnungsweisen erleichtert, bestens empfohlen werden.

L. v. Willmann.

Mez und Rummler. Die Haftung für Hausschwamm und Trockenfäule. Eine Denkschrift. Berlin 1910. Max Spielmeyer. Preis 2 M.

Auf dem Bezirkstage Posenscher Baugewerksmeister von 1908 wurde beschlossen: 1. die Regierung um längere Baufristen für die Staatsbauten zu bitten, weil durch die meist zu kurzen Bautermine den Schwammschäden Vorschub geleistet wird, und 2. die Abänderung der Bestimmungen des Bürgerlichen Gesetzbuches anzustreben, welche bei Schwammschäden alle Schuld dem Unternehmer allein aufbürden. — Ueber diese für das gesamte Bauwesen außerordentlich wichtigen Fragen ist die vorliegende Denkschrift ausgearbeitet worden, die aus einem botanischen und einem juristischen Teil besteht. Der botanische Teil, von dem bekannten Pilzforscher Prof. Dr. Mez in Halle verfaßt, gibt in gedrängter Kürze den Stand unsers Wissens von den hauptsächlichsten holzzerstörenden Pilzen mit Rücksicht auf die rechtlichen Folgen ihres Vorkommens in Gebäuden für den Besitzer wie für den Unternehmer. Der juristische Teil stammt von Rechtsanwalt Dr. Rummler in Wollstein und erörtert in verständlicher Form den gegenwärtigen Rechtsstandpunkt zur Sache und die nach der heutigen Kenntnis des Wesens der holzzerstörenden Pilze notwendigen Aenderungen der Rechtslage.

Das inhaltreiche Werk ist allen Technikern, die sich mit der Schwammfrage zu beschäftigen haben, auf das wärmste zu empfehlen.

Schleyer.

Die Eisenbahn-Technik der Gegenwart. Herausgegeben von Barkhausen, Blum, Courtin, † von Borries, von Weiß. 4. Band. Zahnbahnen. Stadtbahnen. Lokomotiven und Triebwagen für Schmalspur-, Förder-, Straßen- und Zahnbahnen. Fahrzeuge der Kleinbahnen und elektrischen Bahnen. Seilbahnen. Abschnitt C, Schluß und D. Fahrzeuge für Schmalspur-, Förder- und Straßenbahnen. Städtische Bahnanlagen. Bearbeitet von Rimrott, † von Borries, Abt, O. Blum. Mit 158 Abbildungen im Text. Wiesbaden 1909. C. W. Kreidels Verlag.

In der gleichen bewährten Weise, die bei Bearbeitung dieses großen, vom Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen preisgekrönten Werkes befolgt wurde, sind auch die hier vorliegenden Kapitel C III und D behandelt. Das erstere bespricht nach einigen allgemeinen Bemerkungen eine große Zahl von Wagen und Rollböcken und sodann die Ausführung der Einzelteile an der Hand guter Abbildungen; wir finden hier auch die neuesten Ausführungen, auch solche fremder Eisenbahnländer erwähnt. Sehr hübsch sind die Ergänzungen, die Dr.-Ing. O. Blum über die Fortschritte im großstädtischen Verkehrswesen bringt; vorläufig sind nur die neuern „Bauarten" besprochen, an denen der Verfasser eine sehr entschiedene, aber streng sachliche Kritik übt.

Birk.

Ehren-Promotion.

Auf einstimmigen Antrag der Abteilung für Ingenieurwesen wurde durch Beschluß von Rektor und Großem Senat der Technischen Hochschule zu Darmstadt dem Chef der Firma Grün & Bilfinger A.-G. zu Mannheim, Herrn Ingenieur August Grün daselbst, in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um die Förderung der technischen Wissenschaften durch vorbildliche Arbeiten auf den Gebieten des Massiv-Brückenbaues, des Eisenbetonbaues und der Gründungen die Würde eines Doktor-Ingenieurs Ehrenhalber verliehen.

Druck von Gebrüder Jänecke, Hannover.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Professor W. Schleyer.

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben
von dem Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.

Schriftleiter: Professor **W. Schleyer,** Geheimer Baurat.

Jahrgang 1911. Heft 2.
(Band LVII; Band XVI der neuen Folge.)

Erscheint jährlich in 6 Heften.
Jahrespreis 22,60 Mark.

Bauwissenschaftliche Mitteilungen.

Augsburger Baukunst im 17. und 18. Jahrhundert.

Von Hugo Steffen, Architekt (München).

Durch den vor kurzem erfolgten Abbruch des anmutigen Feuerhauses, eines Werkes von Elias Holl, das sich mit seiner langgestreckten Silhouette und den charakteristischen Giebeln so harmonisch dem mächtigen Langhause der St. Moritzkirche anschloß, ist Augsburg abermals um eines seiner markantesten alten Straßenbilder ärmer geworden. (Abb. 1.) Obgleich in letzter Zeit die staatliche Kunstpflege und der neugebildete, von tatkräftigen, die Schönheiten ihres Vaterlandes hochhaltenden Männern ins Leben gerufene Verein „Heimatschutz“ bestrebt ist, außer bedrohten landschaftlichen Reizen vor allem hervorragende bauliche Anlagen und Straßenbilder unsrer Altvordern so viel wie möglich zu erhalten, ist es doch leider den beiderseitigen Bemühungen, trotz aller Wärme und Aufopferung, nicht immer möglich, dem rücksichtslos vorwärts dringenden Strome unsrer modernen Zeit einen Damm entgegenzusetzen und der Ausnutzung aus pekuniären Gründen, welcher die meisten Baudenkmale ohne Gnade durch Abbruch oder Verstümmelung zum Opfer fallen, Einhalt zu tun. Hin und wieder ist es aber auch die dringende Existenzfrage, der Konkurrenzkampf, der manchen Kaufmann oder Gewerbetreibenden förmlich zwingt, sein durch Generationen vererbtes, altes schönes Haus, an dem er mit Liebe hängt, preiszugeben und moderne, vom Publikum gewünschte Läden, große Auslagefenster usw. zu schaffen, wie sie in gleichen Betrieben schon längst bestehen. Da freilich sind allen Bestrebungen Schranken gestellt und läßt sich nichts mehr tun, als wenigstens das betreffende Gebäude durch genaue Aufnahmen im Bilde der Nachwelt erhalten und den Besitzer veranlassen, so schonend als möglich beim Umbau zu verfahren.

Abb. 1. *Das vor kurzem abgebrochene Feuerhaus mit den im Anfange des 17. Jahrhunderts erbauten kleinen Wohnhäusern am Chor der St. Moritzkirche.*

Wo viel ist, kann viel verloren gehen! So auch in Augsburg, aus dessen reizvollen Straßenzügen mit hochgiebeligen Häusern und malerischen Stadttoren schon manche Perle der Baukunst verschwand und empfindliche Lücken in die vollendete Harmonie, den unaussprechlichen Zauber des alten Stadtbildes gerissen wurden, wie es

z. B. durch Abbruch des alten Frauentores geschah, dessen Turm mit prächtiger Architekturform einst reich bemalt war und seinerzeit bei Anlage eines freien Platzes weichen mußte. Ganz wunderbar nahm sich das Bauwerk als Abschluß der in leichtem Bogen verlaufenden, mit prächtigen alten Häusern begrenzten Straße aus. Von den einstigen Malereien waren zuletzt zwar nur mehr Spuren vorhanden, sie hätten sich aber leicht auf Grund alter Stiche in glänzendster Weise wieder herstellen lassen.

Nüchtern und kahl stehen solche ihres Oberhauptes und schönsten Schmuckes beraubte Straßen jetzt da, denn mit der angegebenen, etwas Besseres verheißenden Notwendigkeit eines solchen Abbruches hat es manchmal seine eigne Bewandtnis. Oft ist ein genügender Grund zur Zerstörung eines derartigen herrlichen, unwiederbringlich schönen Städtebildes garnicht vorhanden und nur die Verständnislosigkeit einiger maßgebender Personen schuld; denn durch geschickte Auswechslung, Durchbrechung oder Erweiterung der untern Durchfahrt eines solchen in Frage kommenden Tores läßt sich mit dem nötigen guten Willen gar leicht die „Verkehrsstörung“ beseitigen, wie es auch in München durch zweckmäßige Umgestaltung des alten Sendlingertores geschah, welches am Endpunkte einer der verkehrsreichsten Straßen gelegen ist. Bemerkenswert ist ein Fall aus Halle a. S. Daselbst hatte man ein Stadttor vor längerer Zeit, Verkehrsrücksichtenhalber, abgebrochen, dasselbe aber kürzlich, gelegentlich eines Kaiserbesuches, als Dekoration provisorisch wieder aufgestellt, wobei der ganze Festzug unter großem Menschengedränge mit Leichtigkeit und ohne Schaden das ehemalige „Verkehrshindernis“ passieren konnte!

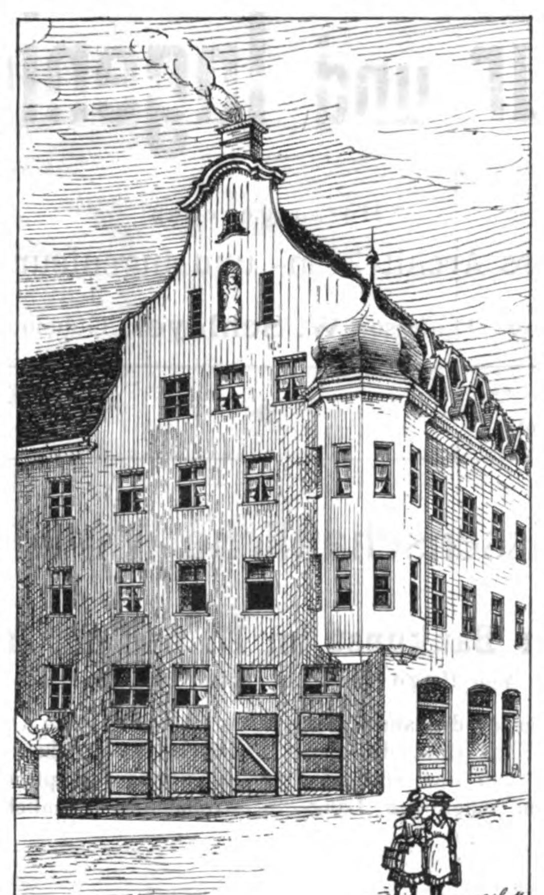


Abb. 2. *Patrizierhaus am Schmiedberg (abgebr. 1904.)*

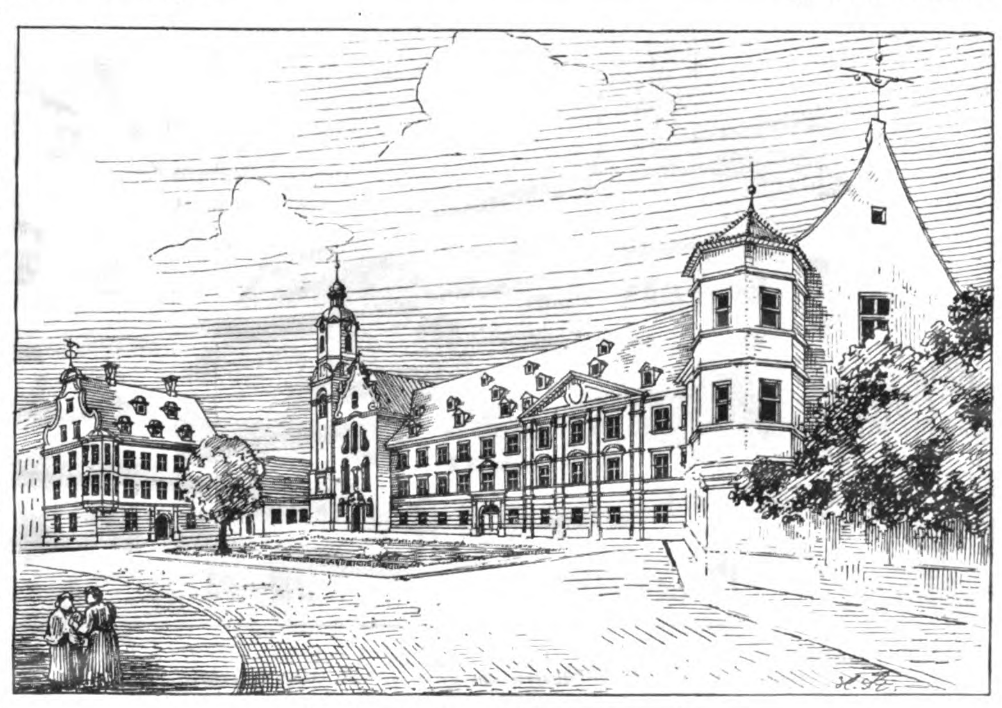


Abb. 3. *Kirche und Kloster St. Stephan.*

Wie sich im Laufe der Zeiten die Anschauungen in künstlerischen Dingen ändern, davon gibt es ja Beweise genug. Bis in die 90er Jahre strebte man danach, die Domkirchen so viel wie möglich freizulegen und brach oftmals alle die umliegenden kleinen Privathäuser ab, die zur Stimmung und Hebung solcher gewaltigen Bauten beitrugen. Und jetzt? Jetzt sieht man ein, daß unsere großen Plätze recht langweilig wirken und sucht soviel als möglich das Alte in neuerer Gestalt wieder herzustellen, wie das auch beim Ulmer Dom geschehen soll. So wechselt der Kunstgeschmack.

Wenn nun künstlerisch und historisch wertvolle öffentliche Gebäude abgebrochen werden, so kann man sich nicht wundern, daß die privaten Hausbesitzer ebenfalls ihr Anwesen durch zeitgemäße Um- oder Neubauten ersetzen. Das alte Haus gefällt dem Besitzer nicht, muß auch mehr tragen, demnach verschwindet das hohe Dach mit den zierlich ausgebildeten Dachluken, um Platz für mehrere Etagen zu schaffen; die bescheidenen Läden und Wohnungen des Erdgeschosses werden auf die nüchternste, geschmackloseste Art mit sichtbaren Eisenstelzen zu großen Auslagefenstern umgewandelt und die prächtige Haustür vernichtet, so daß von der einstigen Schönheit des Gebäudes kaum ein Schimmer mehr übrig bleibt. Auch spielen die gesetzlichen baulichen Verordnungen bei derartigen Um- oder Neubauten in den Städten eine große Rolle, so daß oft dadurch einem feinsinnig und künstlerisch veranlagten Architekten förmlich die Hände gebunden sind, will er zweckmäßige und doch schöne, die Formen des alten Gebäudes pietätvoll berücksichtigende Fassaden schaffen. Nicht mit Unrecht tadelte der verstorbene unvergeßliche Camillo Sitte in Wien die modernen Bauordnungen unsrer Städte, welche seinem Ausspruche nach „alle nichts wert seien!“

So verliert auch Augsburg von Jahr zu Jahr durch Abbruch oder Verstümmelung eine Reihe baukünstlerisch wertvoller, malerischer Privathäuser der verschiedenen Zeitepochen, wie z. B. jenes stattliche Giebelhaus an der Ecke des Schmiedberges, das einem zeitgemäßen Neubau Platz machen mußte. (Abbildung 2.)

Da am Schmiedberg die Straße eine Verbreiterung erfährt und die Front um die Ecke gewissermaßen als Kopfseite freilag, war dem mit originellen Luken verziertem hohen Dache nach dieser Seite zu ein schön-

geschwungener Giebel vorgelagert, der trefflich zu Wohnzwecken ausgenutzt war. Eine Hauptzierde des stattlichen, erkergeschmückten, von der Wohlhabenheit seines Erbauers zeugenden Gebäudes war die prächtige, in meisterhaften Verhältnissen komponierte Haustür, ein Prachtstück der Empirezeit, welche in vorzüglicher Holzschnitzerei im Mittelfelde die Embleme der Kaufmannschaft in reizvoller Anordnung enthielt. Anker, Merkurstab, Tonne, Kontobuch, Paket und Siegelbrief, dem sich die aus der Geldbörse rollenden Dukaten zugesellen, waren hier zu schönem Stilleben gruppiert, mit welchem der gut modellierte Fruchtkranz über dem Rundbogen, vor allem aber die reizende Schlußkonsole vorzüglich harmonierten.

Trotzdem die ehemalige alte deutsche Reichsstadt Augsburg auf eine glänzende, ins Altertum hinaufreichende Vergangenheit zurückblickt, hat doch erst die Spätrenaissance und zum Teil auch die Barockzeit der Stadt ihren charakteristischen, anheimelnden Typus verliehen, der uns auf Schritt und Tritt in den reizvollsten Straßenbildern mit den originellen hochgiebeligen Patrizierhäusern, Kirchen, Toren und Türmen zu frohem Schauen anregt.

Auch an Augsburg waren die verheerenden Jahre des Dreißigjährigen Krieges nicht ohne Folgen vorübergegangen; Belagerung, Kriegskosten, vor allem aber das völlige Daniederliegen des Handels, dem die Stadt ihren Reichtum verdankte, zogen große Sparsamkeit seitens Bürgerschaft und Rates nach sich, und nachdem dann auch die glänzende Epoche Holls (1596—1646) vorüber war, trat ein völliger Stillstand in der Baukunst und somit auch in allen Schwesterkünsten ein. Nur ab und zu begegnet man nach dem Tode dieses großen, Augsburger Bautätigkeit jahrzehntelang allein beherrschenden Meisters an einigen Gebäuden — z. B. an der protestantischen Heilig-Kreuzkirche — leisen Anklängen an die charakteristischen Formen seiner Kunst. Es war nach dieser überquellenden Blütezeit eine förmliche Erschöpfung im Kunstleben eingetreten, die im Verein mit den Folgen des unseligen Krieges eine jahrelange tatenlose Ruhe brachte. Ende des 17. und Anfang des 18. Jahrhunderts brach eine neue Epoche an, die uns manches schöne Bauwerk schenkte. An Stelle der oft etwas schwerfälligen Renaissancegebäude traten leichtere gefällige Formen von tändelnder Anmut, bis Deutschland schließlich der Herrschaft des üppigen französischen Geschmackes verfiel. Doch auch in dieser Zeit gehen zahlreiche deutsche Künstler ihre eignen Wege. An den originellen, meistens bemalten Augsburger Giebelbauten tritt uns eine von der französischen Kunst gewiß unabhängige Eigenart entgegen. Infolge der reichen Dekorationslust des neuen Stiles blühen längst aus der Uebung gekommene Kunstzweige, so auch die Fassadenmalerei, wieder auf.

Glanz und Leben herrschten in Augsburgs Mauern, Formen- und Farbenfreudigkeit überall; Häuser, Stadttore und Kirchen, ja sogar die architektonisch ausgestalteten Höfe der Patrizierhäuser waren mit prächtigen Fassadenmalereien geschmückt, deren Spuren wir allseits noch begegnen und auf den zahlreichen alten Stichen in ihrer einstigen Geschlossenheit bewundern können. Bis ins tiefe Mittelalter hinein reicht diese Freude an der Farbe, wovon die Reste romanischer Malereien am Dome Zeugnis ablegen. Vor allem in der Renaissance und Barockzeit gab es wenige Häuser in Augsburg, die nicht farbigen Schmuck in zum Teil hochkünstlerischer Art trugen. Leider hat man aber später die Bemalungen so wenig geachtet und ganz verkommen lassen, daß nur mehr an einigen Gebäuden die Formen und Farben gerade noch zu erkennen sind, um Rekonstruktionen vornehmen zu können, wie es Herr Kunstmaler Brandes, München (geborener Hannoveraner), mit großem Geschick und eingehendstem Verständnis versuchte. Davon sei das sogenannte Hummelhaus, bemalt im Jahre 1560 von Giulio Liginio, ferner das Haus der ehemaligen Weberzunft und das in der Mitte des 18. Jahrhunderts bemalte Schauerhaus hier erwähnt. Letzteres ist mit geschmackvollen, mehr den Formen der Architektur folgenden Fresken von Johann Bergmüller jun. geschmückt, die dem stattlichen Giebelhaus mit Mansardendach und Eckerker eine vornehme, lebendige Wirkung geben. Man möchte nur wünschen, daß das lang Versäumte nachgeholt und wenigstens die hervorragendsten Malereien in geeigneter Weise renoviert, bzw. erneuert würden, damit sie nicht ganz verschwinden, wie die Fresken der Frührenaissance, welche kein Geringerer als Hans Burgkmaier im Fugger-Höfchen schuf. Beim Betrachten des Schauerhauses fällt auch der Blick in eine der malerischen Seitenstraßen, wohin noch fast keine Neuerungen gedrungen sind und man sich ganz in die alte Zeit versetzt glaubt. Solche Straßen und Winkel gibt es noch in Augsburg die Fülle, und ein Beispiel, wie



Abb. 4. *Das Sieglehaus in der Karolinenstraße vor dem Umbau 1908.*

sich die malerischen Formen oft geradezu aufeinanderhäuften, zeigt der Anblick der tiefgelegenen Straße hinter dem Rathause.

Ganz besonders aber die Stukkatur nahm in der Barockzeit einen nie dagewesenen Aufschwung und wurde bis zur höchsten Virtuosität gehandhabt. Auch in dieser Kunst machte sich neben dem französischen Einflusse ein hervorragend deutscher Zug geltend. Besonders in Süddeutschland finden wir tüchtige Kräfte, die meistens aus der Wessobrunner Stukkateurschule hervorgingen, denn fast alle Wessobrunner waren Stukkateure, deren eigenartige Technik der Stuckbearbeitung sich vom Vater auf den Sohn forterbte, und die den ganzen Sommer auswärts in Kirchen, Klöstern, Palästen usw. arbeiteten. Einige der berühmtesten aus ihrer Mitte waren Schmutzer, Stiller und vor allem J. Baptist Zimmermann, späterer kurfürstlich bayerischer Hofstukkateur, der auch in Augsburg längere Zeit tätig war. Vor allem in Süddeutschland begannen zu Ende des 17. Jahrhunderts die Umbauten

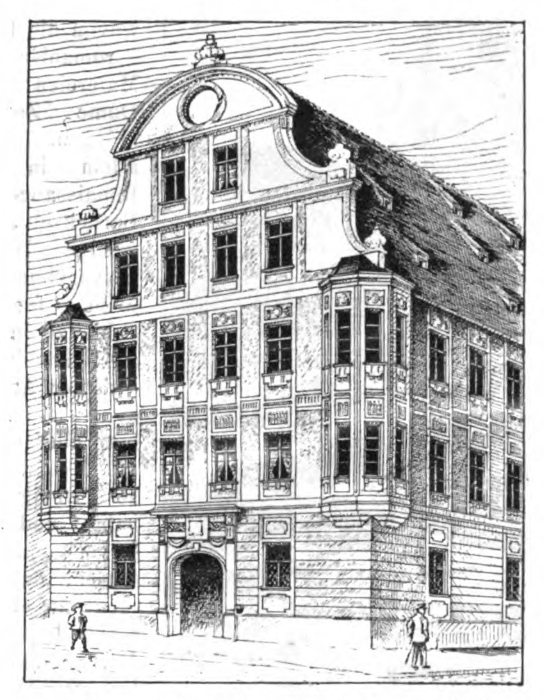


Abb. 5. *Patrizierhaus in der Ludwigstraße.*

mittelalterlicher Baudenkmäler nach dem Geschmack damaliger Zeit. Besonders waren es die alten Kirchen, welche im Innern in der glänzendsten und üppigsten Weise dekoriert wurden.

Spezialarchitekten, wie sie das Mittelalter und die Renaissancezeit besaßen, gab es in dieser Epoche in Augsburg so gut wie gar nicht. Mußte sich doch sogar, alten Aufzeichnungen zufolge, der Gasthofbesitzer des altberühmten, jetzt noch an erster Stelle bestehenden Hotels „Zu den drei Mohren" wegen Umbaues seines Gasthofes an einen Münchener Architekten wenden, den kurfürstlich bayerischen Hofbaumeister Anton Gunezrheiner, den Erbauer der Damenstiftskirche in München.

Zu den hervorragendsten der im 18. Jahrhundert vollständig umgebauten Augsburger Kirchen kann man wohl die St. Stefanskirche nebst daranstoßendem Kloster zählen. Schon in der Renaissancezeit mußte sich diese ehemals mittelalterliche Kirche einem völligen Umbau unterwerfen. Den Urkunden nach trug man 1623 die Kirche bis auf den romanischen Turm ab, dem man eine Haube im Geschmack der neuen Fassade gab, und belebte das anstoßende Klostergebäude mit reichem Figurenschmuck. Bei dem Umbau im 18. Jahrhundert ließ man wiederum den romanischen Turm stehen, auch scheinen die Hauptmauern der Kirche und des Klosters erhalten geblieben zu sein, denn ein Vergleich der alten Frontmauern mit den neuen ergibt die gleichen Achsen der Fenster, welche nur eine andre Gestalt bekommen haben. Das Schiff hingegen ist von Grund auf neu errichtet. Auf die dicken Frontmauern der Kirche baute man anscheinend weiter auf und bekrönte die neue Fassade mit einem reizenden Giebel, während der Turm in gutem Einklang zu letzterm einen prächtigen achteckigen Aufsatz mit Haube und Laterne erhielt. Wie sich alte Augsburger erinnern, sollen bis in die siebziger Jahre Spuren einst prächtiger Malereien am Giebel sichtbar gewesen sein. Auf die Ausbildung der Seitenfassade nach der Gasse zu hat der Baukünstler wenig Wert gelegt, es befand sich anscheinend früher nach dieser Seite hin ein Garten oder

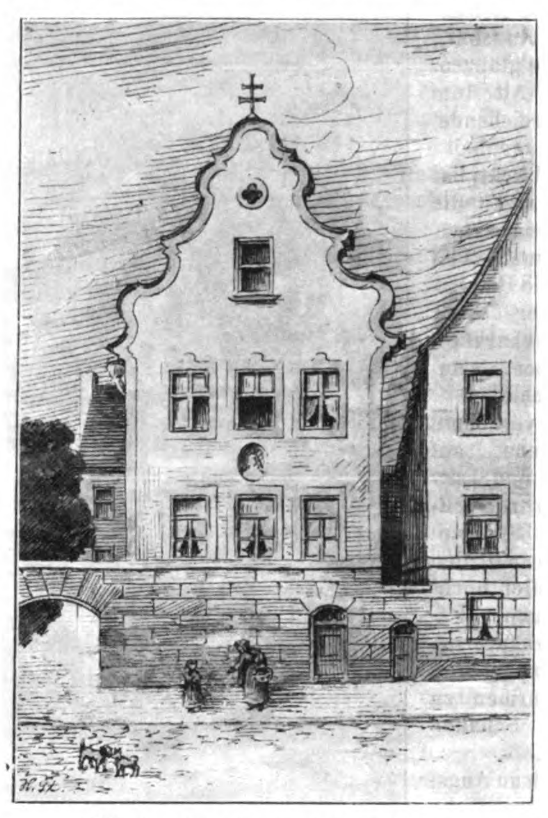


Abb. 6. *Giebelhaus „Unteres Kreuz".*

Hof mit hohen Bäumen, wodurch diese Front verdeckt wurde. Trotzdem das Hauptgesims und die Ornamentik des schönen steinernen Portals schon dem Zopfstil zuneigen, schließt sich dasselbe doch anmutig den Konturen der neuen Anlage an. Das Kircheninnere trägt den Charakter der äußern Architektur. Von besonderm Interesse sind die Abschlußgitter des Schiffes. Die Fassade des anstoßenden Klostergebäudes dürfte, den Formen nach zu urteilen, erst etwa 100 Jahre später umgebaut worden sein. Zu erhöhter Wirkung der ganzen reizvollen Anlage trägt die günstige freie Lage auf dem großen Platz viel bei. Das links gelegene, auch zum Kloster gehörige Eckhaus, dessen Erker in den sechziger Jahren beseitigt wurde, erhöht die großartige Stimmung des schönen Architekturbildes der Platzanlage. (Abb. 3.)

Augsburg ist die Stadt der prächtigen Giebel. Vom Mittelalter bis zur Barockzeit war man bestrebt, durch solche in reichsten Variationen die Gebäude zu beleben. So zeigt die malerische Häusergruppe an der Karolinenstraße in den drei Gebäuden ein harmonisches Zusammenklingen der genannten Stilarten. (Abb. 4.) An das spätmittelalterliche Haus mit dem Staffelgiebel und überkragenden obern Geschossen schließt sich der Renaissancebau mit zierlichem Erker und graziösen Giebelkonturen an,

während das reichbemalte, jetzt zum Teil veränderte stattliche Eckhaus der Barockzeit angehört. Anzuerkennen ist, daß der Besitzer die aus der Empireperiode stammenden Malereien an der Fassade in alter Weise wieder auffrischen ließ. Lebendige, farben- und formenfrohe Straßenbilder müssen es gewesen sein, von denen uns die noch vorhandenen Gebäude beredtes Zeugnis geben; aber von Jahr zu Jahr fällt leider eins nach dem andern durch größere

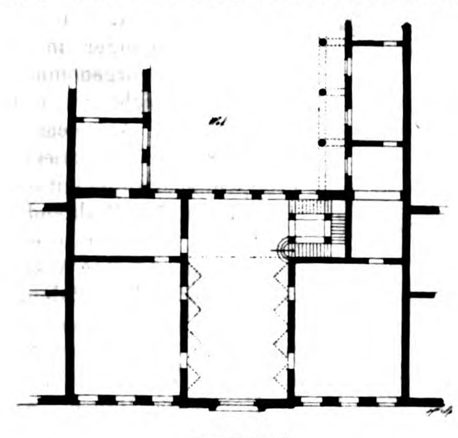


Abb. 7. *Grundriß des Schnurrbeinhauses*

Auswechselung oder vollständige Vernichtung der anstürmenden Neuzeit zum Opfer, und nicht lange wird es dauern, werden wohl auch noch die übrigen graziösen Giebelhäuser der Barockzeit in der Karolinenstraße, desgleichen das herrliche Giebelhaus am Ludwigsplatz Neu-

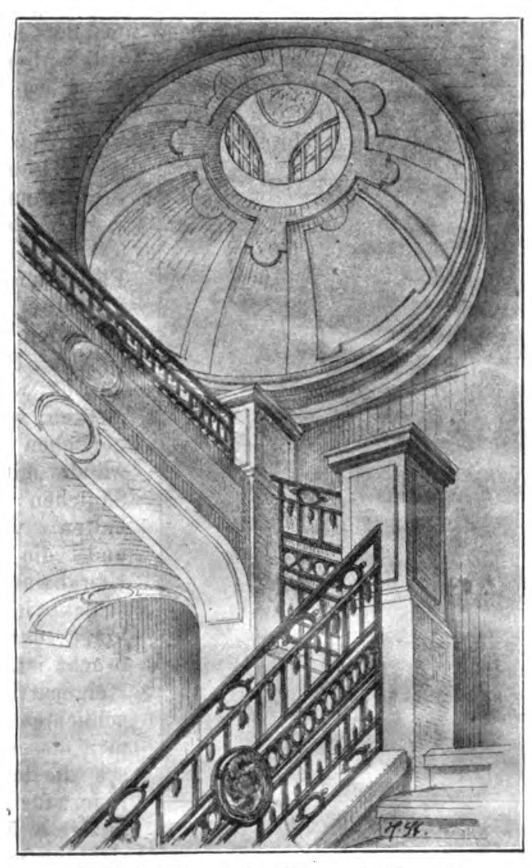


Abb. 8. *Stiege des Schnurrbeinhauses.*

bauten Platz machen müssen. Gegenwärtig begnügt man sich vorderhand mit Vergrößerung der Läden.

Zahlreiche, zum Teil vom Besitzer wenig geschätzte kunstgewerbliche Arbeiten bergen sich noch im Innern der Gebäulichkeiten; so u. a. eine reizende, reichgeschnitzte Holztreppe im erwähnten Hause am Ludwigsplatz, dann prächtige Holzdecken in einem graziösen Giebelhause „Unteres Kreuz“, welches demnächst einem Neubau weichen soll. (Abb. 6.)



Abb. 9. *Wasserturm.*

Zurzeit neigen die modernen Formen wieder nach jener feinen, eigenartigen Kunstrichtung vom Ende des 18. Jahrhunderts hin, die, von England ausgehend, zunächst in Frankreich und bald auch in Deutschland lebhaften Anklang und eifrige Nachahmung fand. Der



Abb. 10. *Brunnen in einem Hofe.*

Empirestil mit seiner ganz hervorragenden Anlehnung an das Klassische und ausgesprochenen Vorliebe für Symmetrie, kam dem nach den Ausschweitungen des Barock und Rokoko sich geltend machenden Streben nach Einfachheit und Natürlichkeit der Formen entgegen und trat deshalb

eine unbestrittene, wenn auch nur kurze Herrschaft an. Leider sind später zahlreiche der intimen, reizvollen Schöpfungen dieser Zeit an Fassaden, Türen, Möbel usw. unachtsam demoliert worden, so daß zur Erhaltung der noch übrig gebliebenen Werke jenes feinen, anmutigen Stils im weitestem Maße Schutz geübt werden sollte.

Trotz vieler Beseitigungen hat Augsburg doch noch manch hervorragendes Gebäude im Empirecharakter aufzuweisen. Eines der vornehmsten dieser Art in bezug auf äußere wie innere Architektur ist das Schnurrbeinhaus, ein aus dem späten Mittelalter stammendes Gebäude, dem man um die Mitte des 18. Jahrhunderts ein neues, der Zeit entsprechendes Gewand gab. Die Fassade nach der Straße zu ist durch ein schwach vorspringendes Mittelrisalit in drei Teile gegliedert, sie zeigt vornehme Pilasterarchitektur mit reizender Ornamentik in symmetrischer Anordnung. Das ganze Erdgeschoß hat man durch Quadergliederung belebt, die vor allem beim Portale zu hervorragender Wirkung gelangen und ebenso wie die schöne Haustür und die prächtigen Fenstergitter mit der Fassade in gutem Einklang stehen. In den gleichen Formen wie die schön gearbeiteten schmiedeeisernen Gitter der Fenster sind auch die des Treppenhauses gehalten. Während das Erdgeschoß schon in der äußern Architektur seine Bestimmung als Portierswohnung, bzw. als Wirtschaftsräume, erkennen läßt, zeigen die obern Stockwerke, vor allem das erste, vornehme Repräsentationssäle und Herrschaftsgemächer von ausgesprochenem Charakter an. Ein schön gegliedertes Hauptgesims in antikisierenden Formen mit dem wappengeschmückten Giebelaufbau über dem Mittelrisalit gibt der einheitlich gestimmten Fassade einen trefflichen Schluß.

Abb. 11. *Aufschlag-Einnahmehäuschen.*

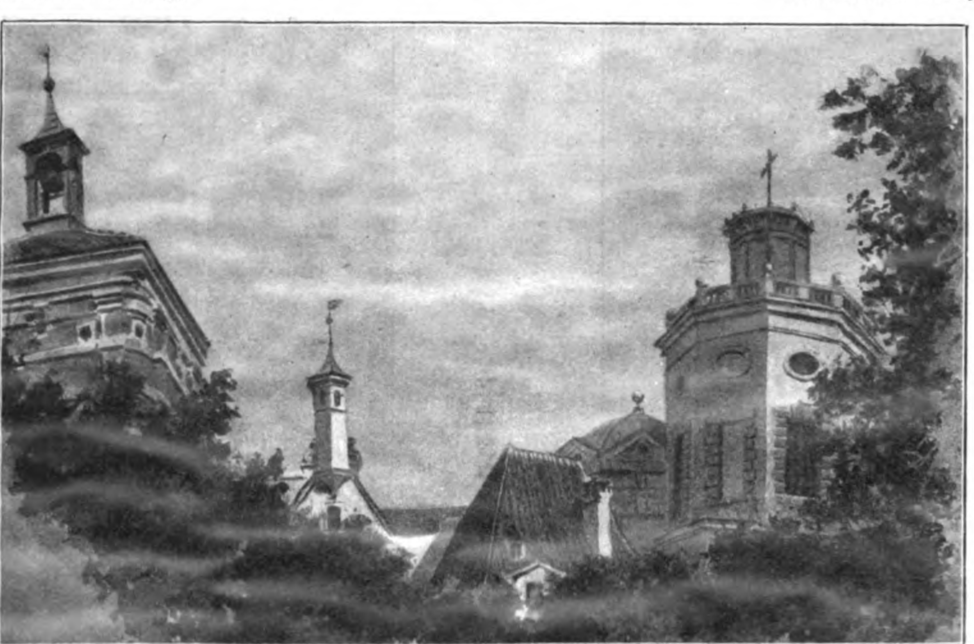


Abb 12. *Architekturbild von einem Garten am roten Tor.*

Im Innern bietet das Vestibül die noch gut erhaltenen spätgotischen Gewölbe mit zierlicher Rippeneinteilung, wohl das einzige, das man aus dieser Zeit am Hause belassen hat. Das Treppenhaus hingegen gestaltete man völlig um und legte über demselben eine zierliche Kuppel an, von der aus die Treppe beleuchtet wird. Jetzt ist dieses, seiner ganzen Anordnung nach als eine Perle der Empirezeit zu bezeichnende Treppenhaus samt Kuppel durchweg übertüncht, einst aber prangte dasselbe in gewähltem Farbenschmuck, dessen Spuren noch unter der Tünche zu erkennen sind. Auch bei dem Schnurrbeinschen Hause findet man, wie bei zahlreichen andern Augsburger Bauten, eine künstlerische Ausgestaltung des Hofes, der mit seinen Arkadengalerien, Brunnen, Steinbänken usw. einen anheimelnden Eindruck macht. Leider ist er aber infolge einiger in den letzten Jahrzehnten vorgenommenen Veränderungen nicht mehr so, wie er einstens war. Auf dem Dache des Vorderhauses präsentiert sich die Treppenhauskuppel mit der Laterne. (Abb. 7 und 8.) Während den einen aus der Frührenaissancezeit stammenden Seitenflügel eine Arkadengalerie ziert, ist der andre mit dem schlichten steinernen Wandbrunnen ganz einfach gehalten. Aus dieser Zeit stammt auch der Wasserturm. (Abb. 9.)

Nur zwei Häuser weiter trifft man in derselben Straße auf ein stattliches, nach drei Seiten hin freiliegendes, gleichfalls aus dem Mittelalter stammendes Gebäude, dessen beide Erker man bei dem um die Mitte des 18. Jahrhunderts vorgenommenen Umbau beibehielt. Der Fassade wurde eine einfache, jedoch höchst charakteristische Putzdekoration mit wenigen Gesimsen gegeben, nur der Giebelaufbau nebst Portal bekundet strengern architektonischen Ausdruck. Es war jene Zeit, da die Architektur Augsburgs speziell in den Händen der Stukkateure lag, welche aber in den meisten Fällen ein gutes Stilgefühl entwickelten. An dem Portale können wir bemerken, wie die gotischen Gewände mit den Säulchen beibehalten wurden und die neue Umrahmung geschickt in Einklang dazu gebracht ist. Die eigenartigen, schlichten Formen dieses Hauses dürften geradezu für unsere jetzige Kunstrichtung von Interesse sein. (Abb. 5.) Ein gleiches gilt von dem originellen Wandbrunnen, welcher jetzt zerschlagen und überstrichen in einem versteckten Hofe sein Dasein fristet. (Abb. 10.) Die Mitte des leichtgeschwungenen Beckens schmückt eine Kartusche, während der obere Teil sehr geschickt um das in der Mauer befindliche Rundbogenfenster gruppiert und von einer antikisierenden Büste

bekrönt ist. Ein aus gleicher Zeit stammender herrlicher Empirebrunnen ist im Maximiliansmuseum aufgestellt, als eine Zierde des dortigen Hofes. Welch feinem eleganten Geschmack man zu jener Zeit huldigte, lassen besonders mehrere einflügelige Haustüren in der „Kurze Schmiedegasse" 10, 12 und 20 recht erkennen. Die in guten Verhältnissen komponierten, mit fast klassisch edler Ornamentik und reizvollen schmiedeeisernen Gittern geschmückten Türen zeugen von dem vortrefflichen Geschmack und ausgesprochenem Stilgefühl ihrer längst dahingegangenen Schöpfer.

Die klassische Empireperiode klingt in weicheren Akkorden gewissermaßen aus im sogenannten Biedermeierstil mit seinen so ungemein traulich-zierlichen Schöpfungen. Große baukünstlerische Werke hinterließ diese Zeit auch in Augsburg nicht, aber einige kleine anheimelnde Gebäulichkeiten, wie z. B. die einfachen, niedlichen Gartenhäuschen am roten Tor, dann mehrere ehemalige Aufschlag Einnehmerhäuschen, die sich bescheiden, ja förmlich untertänig, manchem herrlichen Stadtbilde aus großer Zeit anschließen. (Abb. 11.)

In der Nähe dieses Häuschens befindet sich ein Garten, vor welchem sich das auf Abb. 12 veranschaulichte prächtige Architekturbild ausbreitet. Links erhebt sich das sog. rote Tor, rechts der Turm der Sternwarte und in der Mitte erblickt man auf dem Kirchlein einen der charakteristischen Dachreiter der Elias Hollscher-Periode.

Ueber die Verschiebungen der Fachwerkknotenpunkte senkrecht zur Kraftrichtung.

Von K. Lademann, Regierungsbaumeister (Görlitz).

Bekanntlich gilt für Fachwerke das Gesetz der willkürlichen Verschiebungen

$$\Sigma(Q \cdot \delta) = \Sigma(S \cdot \Delta s).$$

Hierin erstrecken sich die Summenzeichen über das ganze Fachwerk. Ferner bedeuten Q die an den einzelnen Knotenpunkten des Fachwerks angreifenden äußern Kräfte (Lasten) und δ die Komponenten der Knotenpunktverschiebungen in Richtung der Kräfte Q, ferner S die Stabspannkräfte des Fachwerks und Δs die Längenänderungen der Stäbe; und zwar ist die Arbeit $Q\delta$ der äußeren Kraft Q dann als positiv anzusehen, wenn Q und δ die gleiche Richtung haben, ferner S dann als positiv, wenn es eine Zugspannkraft, und Δs positiv, wenn es eine Längenzunahme des Stabes bedeutet. Andernfalls sind diese Werte mit negativem Vorzeichen zu versehen.

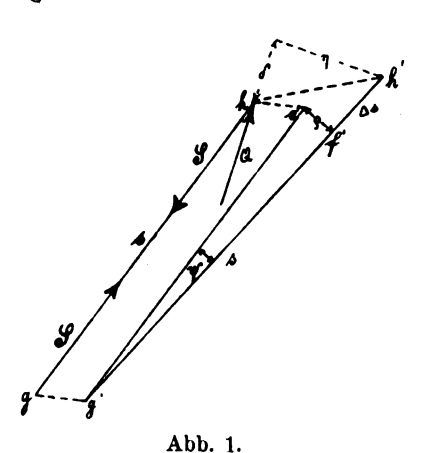


Abb. 1.

Zum bessern Verständnis des Folgenden kann man sich den Uebergang eines beliebigen Fachwerkstabes aus der alten Lage gh in die neue Lage $g'h'$ (Abb. 1) so denken, daß sich der Stab zunächst parallel zu sich selbst verschiebt bis in die Lage $g'e'$, dann um g' eine Drehung ausführt bis in die Lage $g'f'$ und schließlich um die Längenänderung $\Delta s = f'h'$ zunimmt. Die folgenden Betrachtungen gelten nur dann, wenn die Knotenpunktverschiebungen so klein sind, daß die kleinen Größen zweiter Ordnung gegen diejenigen erster Ordnung vernachlässigt werden können.

Es soll nun nachgewiesen werden, daß die Arbeitsgleichung bei ebenen Fachwerken auch auf die Verschiebungen der Knotenpunkte senkrecht zur Kraftrichtung angewandt werden kann, daß also

$$\Sigma(Q \cdot \eta) = \Sigma(S \cdot \rho).$$

Hierin sind die η die Verschiebungen der Knotenpunkte senkrecht zu den zugehörigen Kräften Q; und zwar sei η positiv dann, wenn die Verschiebung für einen in Richtung der Kaft Q sehenden Beschauer nach rechts stattfindet. Ferner ist $\rho = e'f'$ die Drehung des in e' liegenden Stabendes relativ zu dem in g' liegenden Stabende. ρ steht senkrecht zur Stabspannkraft S und sei dann positiv, wenn der Stab sich, wie in Abb. 1, im Sinne des Uhrzeigers dreht, negativ für den entgegengesetzten Fall.

Denkt man sich sämtliche Knotenpunktverschiebungen im entgegengesetzten Sinne des Uhrzeigers um 90° gedreht, so läßt sich das Gesetz der willkürlichen Verschiebungen auch auf diesen neuen Verschiebungszustand anwenden

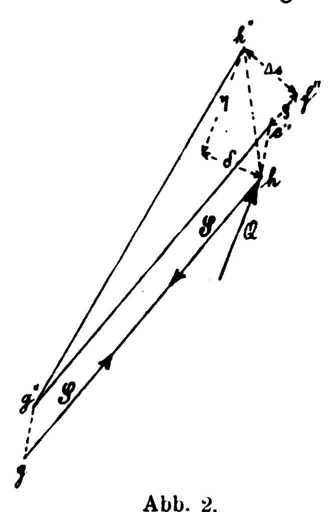


Abb. 2.

(Abb. 2), da ja die willkürlichen Längenänderungen Δs der Stäbe und die diesen entsprechenden Knotenpunktverschiebungen δ unabhängig von dem durch die Kräfte Q und S gegebenen Belastungszustand sein dürfen.

Für diesen zweiten Verschiebungszustand (Abb. 2) bewegen sich die Endpunkte des Stabes von g nach g'' und von h nach h''.

Es ist klar, daß in diesem Falle die Längenänderung des Stabes gleich ρ und die Drehung des einen Endes relativ zum andern gleich Δs wird; ferner ist die Komponente der Knotenpunktverschiebung hh'' in Richtung der Kraft Q jetzt gleich η, die Verschiebung senkrecht zu Q gleich δ. Es wird also für diesen zweiten Verschiebungszustand nach dem Gesetz der willkürlichen Verschiebungen

$$\Sigma(Q\eta) = \Sigma(S \cdot \rho),$$

womit der oben behauptete Satz bewiesen ist.

Man kann diese Formel, da der Drehungswinkel des Stabes von der Länge s (in Bogenmaß gemessen) gleich ψ ist, auch schreiben

$$\Sigma (Q\eta) = \Sigma (Ss\psi).$$

Das eben bewiesene Gesetz läßt sich folgendermaßen noch auf andre Weise begründen (Abb. 3).

Für die vorigen Ableitungen war es gleichgültig, ob die Stabkräfte in Richtung der Stäbe des ursprünglichen oder des verschobenen Fachwerks wirkend gedacht werden, da dies nur Abweichungen von sehr kleinen Größen zweiter Ordnung ergibt, die gegenüber denen erster Ordnung vernachlässigt werden können. Im folgenden ist es zweckmäßiger anzunehmen, daß die Richtungen der Spannkräfte S mit den Richtungen der Stäbe des deformierten Fachwerks zusammenfallen; z. B. fällt die Spannkraft des

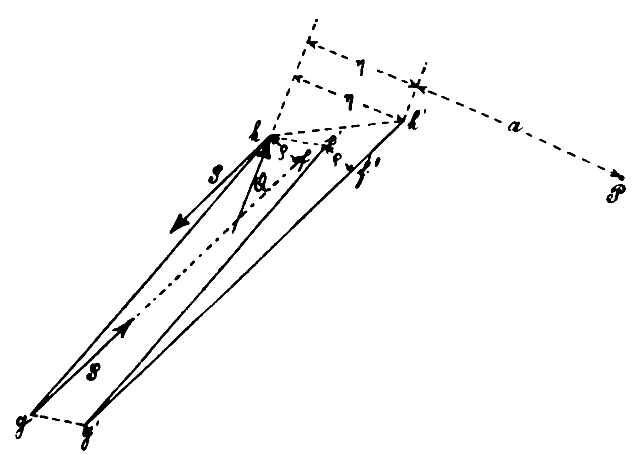


Abb. 3.

Stabes gh in die Richtung $g'h'$ (Abb. 3). Sämtliche an ein und demselben Knotenpunkte angreifenden Stabkräfte und äußern Kräfte halten sich das Gleichgewicht. Denkt man sich nun sämtliche an den Knotenpunkten des verschobenen Fachwerks angreifenden Kräfte Q und S parallel zu sich selbst nach den ursprünglichen Lagen der Knotenpunkte verlegt, z. B. die an h' angreifenden Kräfte S und Q von h' nach h und die in g' angreifenden Kräfte nach g (Abb. 3), so ist klar, daß sich die an ein und demselben Knotenpunkte angreifenden Kräfte auch in ihrer neuen Lage das Gleichgewicht halten. Daraus folgt aber, daß das Moment sämtlicher nach den ursprünglichen Lagen der Knotenpunkte verlegten und sich das Gleichgewicht haltenden Kräfte für einen beliebigen festen Punkt P der Ebene des Fachwerks gleich 0 sein muß. Sind die Abstände der Kräfte Q am verschobenen Fachwerk gleich a (Abb. 3), so werden diese nach der Verlegung der Kräfte an die ursprünglichen Knotenpunkte gleich $a + \eta$; folglich wird das Moment der nach h verlegten Kraft Q gleich $Q\,(a + \eta)$.

Ferner bilden die nach g und h verlegten Kräfte S ein Kräftepaar von der Breite ρ, wie aus der Kongruenz der Dreiecke ghf und $g'e'f'$ hervorgeht. Für jeden Stab existiert ein derartiges Kräftepaar. Alsdann ergibt sich die Summe der Momente sämtlicher an den ursprünglichen Knotenpunkten angreifenden Kräfte für den Punkt P

$$\Sigma\,(Q \cdot [a + \eta]) - \Sigma\,(S\rho) = 0$$

oder nach Auflösung der Klammer

$$\Sigma\,(Qa) + \Sigma\,(Q\eta) = \Sigma\,(S\rho).$$

Darin kann $\Sigma\,(Qa)$ als Moment aller äußern Kräfte, solange sie noch an den Knotenpunkten des verschobenen Fachwerks angreifen, gedeutet werden. Dies Moment muß aber, da die Kräfte sich am ganzen Fachwerk das Gleichgewicht halten, gleich 0 sein, also $\Sigma\,(Qa) = 0$, und es wird wieder, wie oben bewiesen,

$$\Sigma\,(Q \cdot \eta) = \Sigma\,(S\rho).$$

Vorstehend gefundene sehr einfache Gleichung gilt in dieser Form nur für ebene Fachwerke, die entsprechende für räumliche Fachwerke gültige Formel soll im folgenden mit Benutzung der Vektorrechnung abgeleitet werden. Bekanntlich versteht man unter der geometrischen Summe mehrerer beliebig gerichteter Strecken (sogenannter Vektoren) diejenige Strecke nach Größe und Richtung, welche sich ergibt, wenn man sämtliche Strecken nach Größe und Richtung aneinanderfügt und den Anfangspunkt der ersten Strecke mit dem Endpunkt der letzten verbindet. Wir bezeichnen die geometrische Summe zweier Strecken M_1 und M_2 mit $M_1 \dotplus M_2$, ihre geometrische Differenz mit $M_1 \doteq M_2$ und die geometrische Summe vieler Strecken $M_1 M_2 M_3$ usw. mit

$$\dot{\Sigma} M = M_1 \dotplus M_2 \dotplus M_3 \dotplus \ldots$$

Bei den folgenden Ableitungen kann die perspektivische Abb. 4 benutzt werden, in welcher die Bezeichnungen

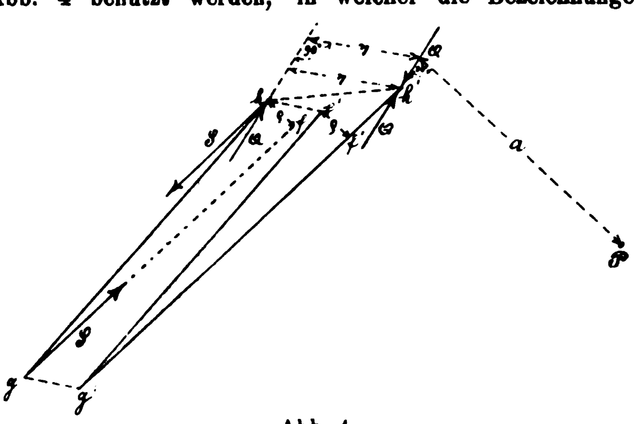


Abb. 4.

ebenso gewählt sind wie in Abb. 3, wobei indes zu berücksichtigen ist, daß die Abb. 4 als räumlich anzusehen ist; z. B. ist die Ebene $g'e'f'$, in welcher sich der Stab s um g' dreht, verschieden von der Ebene $ghe'g'$, in welcher sich der Stab parallel zu sich selbst verschoben hat. Ferner hat die Kraft Q eine beliebige Richtung im Raume, so daß die durch Q und die Verschiebung hh' bestimmte Ebene ebenfalls mit den beiden vorgenannten Ebenen nicht zusammenfällt.

Verlegt man wieder die an den Knotenpunkten des vorgeschobenen, jetzt räumlichen Fachwerks angreifenden Kräfte parallel zu sich selbst an die ursprünglichen Lagen der Knotenpunkte, so ergibt sich, da die Kräfte Q und S sich auch dann noch das Gleichgewicht halten, die geometrische Summe ihrer Achsenstrecken für einen beliebigen festen Punkt P gleich 0, d. h. wenn man die Momente der sämtlichen Kräfte Q und S für den Punkt P durch Strecken, sogenannte Achsenstrecken, darstellt, deren Längen die Größen der einzelnen Momente darstellen, und gibt man jeder dieser Achsenstrecken eine Richtung, die senkrecht steht auf der Ebene, die durch P und die betreffende Kraft hindurchgeht, so muß das räumliche Polygon, welches durch Aneinanderfügung aller dieser Strecken nach Größe und Richtung entsteht, sich schließen. Dabei ist zu beachten, daß diejenigen Achsenstrecken, deren Momente für den Beschauer positiv sind, auf der zugehörigen, durch P und die Kraft gelegten Ebene so senkrecht gestellt werden müssen, daß sie auf den Beschauer zugerichtet sind, sind sie negativ, so müssen sie diesem abgewandt sein.

Um auf einfache Weise das Moment der nach h verlegten Last Q für Punkt P zu finden, mögen in h' zwei entgegengesetzt gleiche Kräfte von der Größe Q und parallel zur dieser (Abb. 4) angebracht werden. Es ist klar, daß dann die geometrische Summe der Momente dieser drei Kräfte Q gleich dem Moment der zuerst nur in h angreifenden einen Kraft Q ist. Berücksichtigt

man, daß die in h angreifende und die ihr entgegengesetzt gleiche in h' angebrachte Kraft Q ein Kräftepaar von der Breite η bilden, so ergibt sich das Moment der Kraft Q für P gleich der geometrischen Summe

$$(Q a) \mathbin{\hat{+}} (Q \eta).$$

Ferner lassen sich auch hier wie beim ebenen Fachwerk die Kräfte S zu Kräftepaaren zusammenfassen, deren Breite gleich ρ ist und deren Momente $(-S\rho)$ durch im Raum verschieden gerichtete Achsenstrecken dargestellt werden.

Da also die Momentensumme sämtlicher Kräfte für P gleich 0 werden muß, so wird

$$\hat{\Sigma}(Q a) \mathbin{\hat{+}} \hat{\Sigma}(Q \eta) \mathbin{\hat{-}} \hat{\Sigma}(S \rho) = 0$$

oder, da die geometrische Summe $\hat{\Sigma}(Qa)$ das Moment sämtlicher an den Knotenpunkten des verschobenen Fachwerks angreifenden und im Gleichgewicht befindlichen äußern Kräfte bedeutet und gleich 0 wird, so ergibt sich

$$\hat{\Sigma}(Q \eta) = \hat{\Sigma}(S \rho).$$

Während also in der Arbeitsgleichung für die Verschiebungen in Richtung der Kräfte

$$\Sigma(Q \delta) = \Sigma(S \Delta s)$$

das Summenzeichen sowohl für ebene als auch räumliche Fachwerke einfach algebraisch zu verstehen ist, ist in der Gleichung für die Verschiebungen rechtwinklig zur Kraftrichtung

$$\hat{\Sigma}(Q \eta) = \hat{\Sigma}(S \rho)$$

das Summenzeichen für ebene Fachwerke als algebraisch (durch Σ dargestellt), für räumliche dagegen als geometrisch anzusehen.

Schließlich mag noch obige Vektorgleichung in die Gleichungen für die X-, Y- und Z-Achse eines rechtwinkligen Koordinatensystems übergeführt werden. Es werde die durch Q und η bestimmte Ebene mit ε und die durch S und ρ bestimmte Ebene mit φ bezeichnet. Ferner sei

α der Winkel zwischen ε und der YZ-Ebene
β „ „ „ ε „ „ ZX- „
γ „ „ „ ε „ „ XY- „
λ „ „ „ φ „ „ YZ- „
μ „ „ „ φ „ „ ZX- „
ν „ „ „ φ „ „ XZ- „

Beachtet man, daß die Achsenstrecke des Moments $Q\eta$ senkrecht steht auf ε und die Achsenstrecke des Moments $S\rho$ senkrecht steht auf φ, so ergeben sich die Winkel zwischen der Achsenstrecke $Q\eta$ und der X, Y- und Z-Achse bzw. gleich α, β und γ und die Winkel zwischen der Achsenstrecke $S\rho$ und der X-, Y- und Z-Achse bzw. gleich λ, μ und ν.

Bildet man schließlich die Projektionen des durch die Gleichung $\hat{\Sigma}(Q\eta) = \hat{\Sigma}(S\rho)$ dargestellten räumlichen Streckenzuges auf die X-, Y- und Z-Achse, so ergibt sich

$$\Sigma(Q \eta \cos \alpha) = \Sigma(S \rho \cos \lambda)$$
$$\Sigma(Q \eta \cos \beta) = \Sigma(S \rho \cos \mu)$$
$$\Sigma(Q \eta \cos \gamma) = \Sigma(S \rho \cos \nu),$$

worin die Summenzeichen algebraisch zu verstehen sind, da die Projektionen der Strecken auf ein und dieselbe Koordinatenachse sämtlich gleiche oder entgegengesetzte Richtung haben.

Ueber die Wirksamkeit von Ausgleichbehältern.

Von Geh. Baurat Prof. Danckwerts (Hannover).

Die Wirksamkeit von Ausgleichbehältern, Rückhaltebecken, Sammelweihern usw. ist nach Ausweis des am Schluß dieses Aufsatzes gegebenen, übrigens nicht erschöpfenden deutschen Schriftenverzeichnisses schon seit geraumer Zeit in der technischen Literatur erörtert.

Dabei sind teils rechnerische, teils zeichnerische Verfahren angewandt. Erstere sind, da namentlich die Zuflußmengen nicht bestimmten mathematischen Gesetzen unterliegen, nur unter Anwendung von Näherungsmethoden durchführbar, dabei verwickelt und schwer übersichtlich.

Die zeichnerischen Verfahren verwenden teilweise die Zuflußmengenlinie und die Abflußmengenlinie, wobei dann die Rauminhalte J der Behälter als Flächen erscheinen, und teilweise die Zuflußmengen-Summenlinie und die Abflußmengen-Summenlinie, wobei die obigen J als Linien erscheinen.

Das letztere, zuerst schon vor 1895 von Harlacher angewandte und namentlich von Kresnik und Rud. Müller seit dieser Zeit weiter ausgebildete Verfahren hat trotz seiner großen Vorzüge bis jetzt eine allgemeine Anwendung nicht gefunden, zum Teil wohl deshalb, weil es zunächst auf einzelne Sonderfälle zugeschnitten und für allgemeine Aufgaben zu unübersichtlich gestaltet war.

Der Unterzeichnete hat es bei den von ihm seit 1901 geleiteten Hochschulübungen zunächst zur Bearbeitung einfacherer Aufgaben (siehe nachfolgende Aufgaben A und B) an der Hand des Fischerschen Aufsatzes im Zentralbl. d. Bauverw. 1898 verwendet.

Nachfolgend soll es nunmehr in einer weitern Ausbildung erläutert werden, wodurch es die obige Aufgabe in ihrer allgemeinsten Gestalt anschaulich und übersichtlich löst.

Der Kernpunkt dieser Lösung liegt in der in Abb. 4 gegebenen zeichnerischen Auftragung von $J + a$. Meines Wissens ist diese Lösung neu, sollte sie aber, was ja nie ausgeschlossen ist, irgendwo in der Literatur versteckt gegeben sein, so wird sie hiermit wenigstens einem größern technischen Leserkreise bekannt und hoffentlich mundgerecht gemacht.

1. Gegeben seien in Abb. 1 die für die aufeinanderfolgenden Zeiteinheiten t (Tage, Stunden usw.) festgestellten wechselnden Zuflußmengen des Beckens $= z$ cbm, berechnet seien durch Zusammenzählung der z die Zuflußsummen Σz von einem beliebig gewählten Zeitpunkt an, und in Abb. 2 aufgetragen seien diese Σz als Lotrechte auf den zugehörigen Zeiten t als Wagerechten [-Zuflußsummenlinie Σz].

2. Gegeben seien in Abb. 4 die Inhalte (J cbm) des Sammelbeckens bei den verschiedenen Füllhöhen h von der Sohle 0 bis zur größtmöglichen Füllhöhe. Gegeben seien ferner die täglichen, stündlichen usw. Abflußmengen ($= a$ cbm) des Beckens für die verschiedenen Füllhöhen h und für dieselbe Zeiteinheit t (Tag, Stunde usw.), die der Wagerechten der Zuflußsummenlinie Σz zugrunde liegt.

Diese Abflußmengen a können aus mehreren Posten zusammengesetzt sein, z. B. nach Abb. 3 und 4:

α) der für den Betrieb einer Wasserkraftanlage erforderlichen, für alle Füllhöhen stets gleichbleibenden, durch Schieber usw. geregelten Menge a_1;

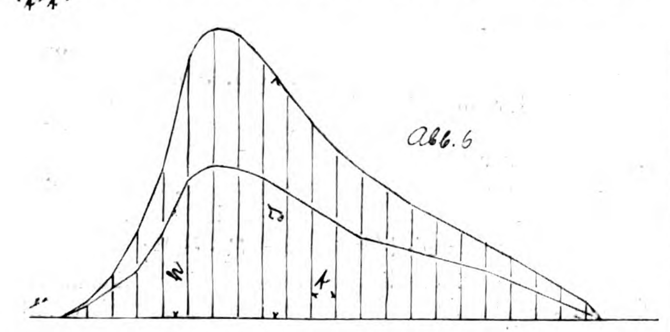
β) der aus einem unverschlossenen Freiwasser-Auslaßrohr ausströmenden, mit steigender Füllhöhe wachsenden Wassermenge $a_2 = F \cdot \sqrt{2 g H_2} = C_2 \cdot H_2^{1/2}$;

γ) und der über die Mauerkrone als vollkommenen Ueberfall abfließenden, mit steigender Füllhöhe gleichfalls wachsenden Wassermenge

$$a_3 = \frac{2}{3} \mu b \sqrt{2 g}\, H_3^{3/2} = C_3 H_3^{3/2}.$$

3. Man zeichne nach Abb. 4 die Füllhöhen h des Beckens als Wagerechte, die zugehörigen Beckeninhalte

$= J$ cbm als Lotrechte nach oben und die zugehörigen, für die Zeiteinheit t der Zuflußsummenlinie Σz berechneten Abflußmengen $a = a_1 + a_2 + a_3$ als Lotrechte nach unten.



Von dieser Darstellung fertige man eine Abzeichnung auf Pauspapier.

4. Während der Zeit vom Nullpunkt bis r in Abb. 2 sei nun die gesamte Zuflußmenge Σz, ohne in dem Sammelbecken aufgespeichert zu werden, alsbald wieder abgeflossen, also $\Sigma z = \Sigma a$. Erst im Zeitpunkt r werde das Sammelbecken in Betrieb gesetzt. Dann wird nach Verlauf der ersten Zeiteinheit (bei s in Abb. 2) die während derselben zugeflossene, durch Zeichnung der Wagerechten rs ermittelte Wassermenge $z = su$ teilweise $(= a = so)$ abgeflossen und teilweise $(= J = uo)$ in dem Becken zurückgehalten sein.

Das Verhältnis von $J:a$, also die Lage des Punktes o, kann mittels der Abb. 4 unmittelbar festgestellt werden. Zu dem Ende wird die Pauszeichnung auf Abb. 2 aufgelegt und wagerecht und lotrecht so lange verschoben, bis su mit einer Lotrechten $J + a$ von gleicher Länge zur Deckung gebracht ist. Der Punkt o wird dann als Grenzpunkt zwischen J und a durch einen Nadelstich unmittelbar auf Abb. 2 übertragen.

5. Für den nächstfolgenden Zeitabschnitt in Abb. 2 ergibt sich aus der Teilzeichnung Abb. 5, in der os_1 wieder wagerecht und om parallel uu_1 gezogen ist:

die Zuflußmenge der nächsten Zeiteinheit . . . . $z_1 = ms_1$

die Abflußmenge der nächsten Zeiteinheit . . . . $a_1 = o_1 s_1$

der Zuwachs des Beckeninhalts ΔJ . . . . $= mo_1$

also $z_1 = \Delta J + a_1$

d. h. die Zuflußmenge der Zeiteinheit $=$ der Abflußmenge der Zeiteinheit $+$ den Zuwachs des Beckeninhalts in dieser Zeit.

Es ist dann $u_1 o_1 =$ dem neuen Beckeninhalt J_1

$$u_1 s_1 = J_1 + a_1.$$

Der Punkt o_1 wird also wieder wie bei Ziffer 4 dadurch gefunden, daß die Pauszeichnung auf Abb. 2 so lange verschoben wird, bis $s_1 u_1$ mit der gleich langen Lotrechten $J_1 + a_1$ der Abb. 4 zur Deckung gebracht ist. Er wird dann wieder als Grenzpunkt zwischen J_1 und a_1 durch einen Nadelstich unmittelbar auf Abb. 2 übertragen.

6. In dieser Weise werden in Abb. 2 von Zeiteinheit zu Zeiteinheit fortschreitend die Wagerechte $o_1 s_2$ und der zugehörige Grenzpunkt o_2, die Wagerechte $o_2 s_3$ und der zugehörige Grenzpunkt o_3 usw. bestimmt. Die Verbindungslinie von $o o_1 o_2 o_3$ usw. ist die Abschlußsummenlinie Σa. Durch Uebertragung der Einheitsabflußmengen $a = so$, $a_1 = s_1 o_1$, $a_2 = s_2 o_2$ usw. als Lotrechte nach Abb. 1 erhält man die Abflußmengenlinie. Ebenso kann man $J J_1 J_2 J_3$ usw. aus Abb. 2 auf eine Horizontale in Abb. 6 übertragen, die dazu gehörigen Füllhöhen h aus Abb. 4 entnehmen und gleichfalls in Abb. 6 als Lotrechte auftragen. Man erhält dann in Abb. 1 und 6 das gesuchte anschauliche Bild über die Verzögerung des Abflusses und die Belastung und die Wirksamkeit des Sammelbeckens.

7. Das vorstehende Verfahren ist einfach und wegen der geringen Zahl von Hilfslinien übersichtlich. Es liefert auch für gewöhnliche Fälle und namentlich für überschlägige Ermittlungen ausreichend genaue Ergebnisse.

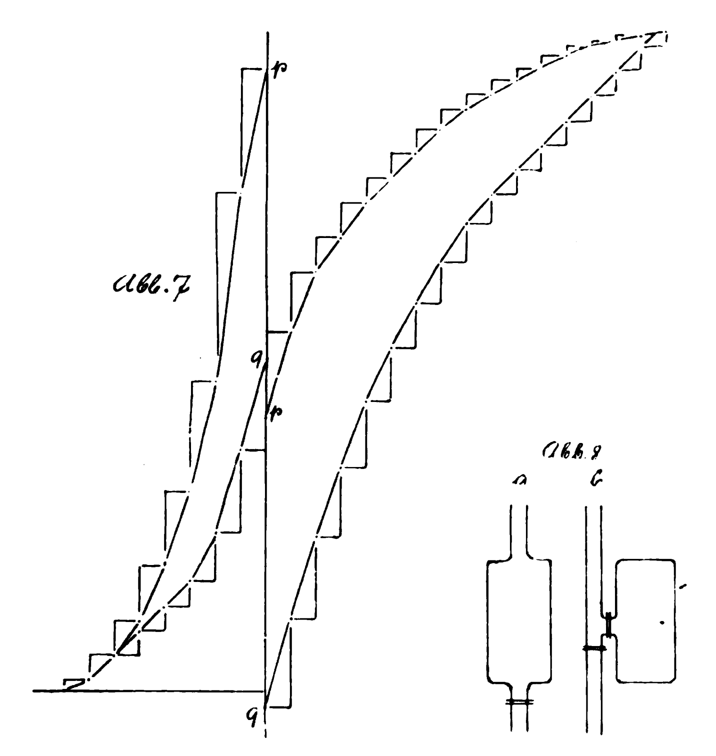
Nur für ganz kleine $J + a$, also für die ersten Zeiteinheiten rs, os_1 kann man die Lage der Punkte OO_1

lediglich mit dem Zirkel vielleicht nicht ausreichend genau ermitteln und muß dann mit einer leicht durchzuführenden zahlenmäßigen Berechnung ergänzend zu Hilfe kommen.

Wo die Zuflußmengen z sich innerhalb der gewählten Zeiteinheit z. B. eines Tages erheblich ändern, wo also die Σz-Linie (z. B. im Scheitel) stark gekrümmt ist, da müssen die Zeiteinheiten t der Abb. 2 und die Abflußeinheiten a der Abb. 4 (nicht aber die J) in eine gleiche Anzahl Teile (vgl. Abb. 4a und 15) zerlegt, im übrigen aber muß das Verfahren wie vorhin durchgeführt werden.

Will man schließlich für die ganze Dauer der Wirksamkeit des Sammelbeckens mit den gegebenen Zahlenunterlagen eine rein arithmetische prüfungsfähige Rechnung durchführen, so kann man die zeichnerische Auftragung dieser Rechnungsergebnisse nach Abb. 1, 2 und 6 als wertvolles anschauliches Prüfungsverfahren anwenden.

8. Unbequem für den Zeichner ist es, daß die Zuflußsummenlinie Σz und die Abflußsummenlinie Σa ständig

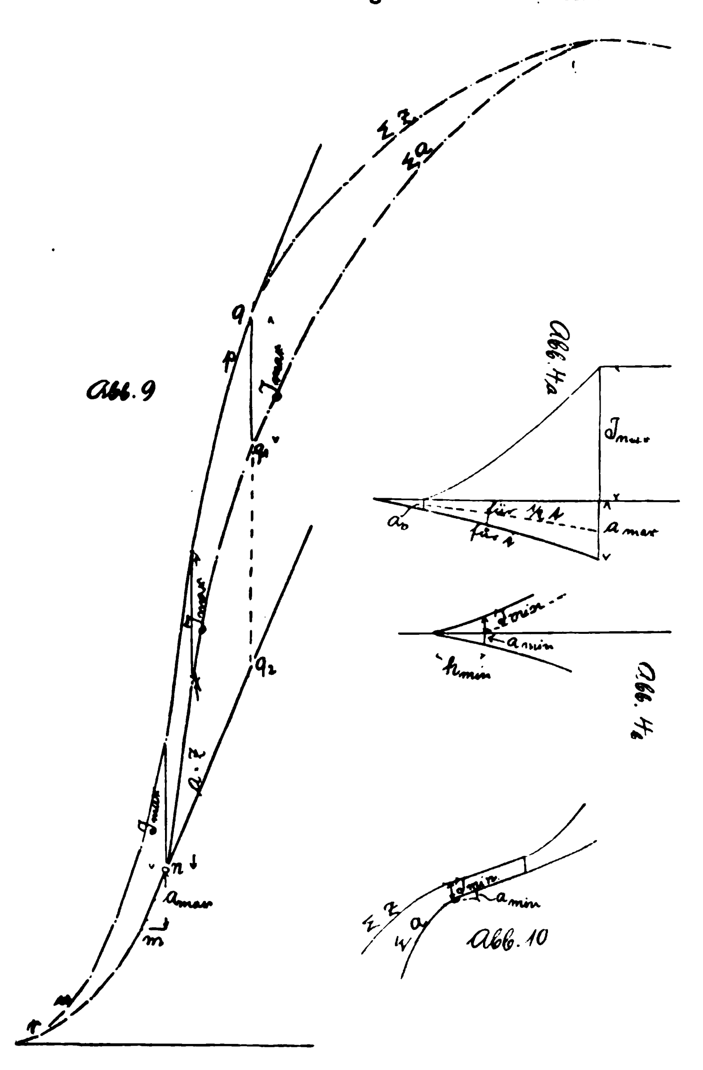


ansteigen, daß sich also für die Auftragung längerer Zeitabschnitte große Höhen der Zeichnung als nötig erweisen. Man kann aber dann beide Linien für einzelne passende Zeitabschnitte abbrechen und um ein beliebiges passendes Maß (Abb. 7) lotrecht herunterschieben, — wie ja auch der Hellmannsche Regenmesser dies selbsttätig bei der Auftragung der Regensummen besorgt. (Am einfachsten schneidet man das Blatt in der Linie $pqpq$ lotrecht auseinander und verschiebt beide Teile des Blattes passend gegeneinander.)

9. Liegt das Sammelbecken nach Abb. 8a zwischen Zufluß und Abfluß oder nach Abb. 8b seitlich daneben, ohne daß es zeitweilig durch Schützen beliebig abgesperrt werden kann, wie dies bei natürlichen Seen oder Flußniederungen oder auch wohl bei größern Hochwasserschutztalsperren der Fall sein kann, so regelt sich das Verhältnis $J:a$, also die Lage der Σa-Linie, selbsttätig nach Abb. 4a.

Sobald also der Zufluß z bei ru (Abb. 9) größer wird, als das Abführungsvermögen des Ablaufs es gestattet, wird das Sammelbecken in dem Verhältnis $J:a$ der Abb. 4a allmählich angefüllt. Dauert der große Zufluß z längere Zeit an, so läuft das Becken schließlich über ($J = J_{max}$, $a = a_{max}$) und der ganze Zufluß z gelangt dann ohne weitere Aufspeicherung zum Abfluß ($a = z$). Auch wenn z bei p (Abb. 9) wieder sinkt, bleibt das Becken vorläufig und so lange noch gefüllt mit J_{max}, bis z wieder auf a_{max} herabgesunken ist. Der hierfür in Frage kommende Punkt q wird gefunden durch eine Tangente an Σz, die mit $m n q_2$ parallel gezogen wird.

10. Von q, in Abb. 9, ab erfolgt dann die Zeichnung der Σa-Linie wieder, wie in Ziffer 4 5 6 angegeben ist, und der Beckeninhalt J verringert sich allmählich.



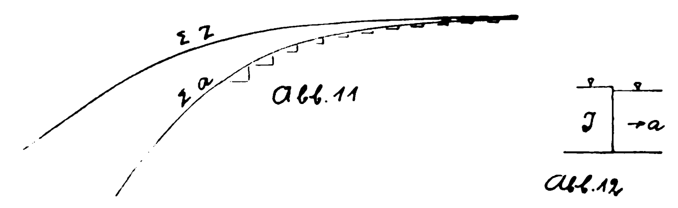
α) Liegt dabei die Sohle des Sammelbeckens höher als die Sohle des Abflusses (Abb. 4a), wie dies z. B. bei dem Vorland eines Flusses oder dem Rückhaltebecken eines städtischen Entwässerungskanals der Fall sein kann, so fließt nach vollständiger Entleerung des Beckens ($J_0 = 0$) noch eine gewisse Wassermenge a_0 ab. Die Σa-Linie trifft also dann dort, wo $z = a_0$ wird, mit Σz tangential wie im Anfang bei r zusammen.

β) Liegt aber die Sohle des Seebeckens in gleicher Höhe oder tiefer als die Sohle des Abflusses, so ist auch bei allergeringstem Abfluß ($= a_{min}$, Abb. 4b) immer noch etwas Wasser J_{min} in dem Becken vorhanden. Die Σa-Linie bleibt dann nach Abb. 10 um den Abstand J_{min} von Σz so lange entfernt, bis z und gleichzeitig a wieder ansteigt und J von neuem wächst.

Ist man dabei sicher, daß a_{min} und h_{min} in Abb. 4b niemals unterschritten wird, so kann man den tiefer als h_{min} liegenden Teil J_{min} des Beckens mit Boden ausfüllen oder wenigstens aus der Berechnung ausscheiden. J_{min} für h_{min} wird dann $= 0$, die J-Linie in Abb. 4b nimmt die punktierte Lage an, und der Fall β wird zu Fall α.

γ) Hört endlich der Zufluß z. B. eines Gebirgssees zeitweise ganz auf, so verläuft die Σz-Linie wagerecht.

Die Entleerung des Beckens erfolgt dann nach Abb. 11. Die Σa-Linie legt sich dann aber an die Σz-Linie nicht tangential in einem bestimmten, sondern asymptotisch in einem unbestimmten unendlich weiten Berührungspunkt an, weil 0 und u niemals in einem Punkt zusammenfallen können.



Tatsächlich muß für den Abfluß auch der geringsten Wassermenge a (Abb. 12) immer eine wenigstens ganz geringe Druckhöhe vorhanden sein. Wird diese nicht durch den Zufluß z erzeugt, so muß sie im Sammelbecken J über dem Spiegel des Abflusses a verbleiben. Es müßte also eigentlich dann Abb. 4b so gestaltet werden, daß für $h = 0$ wohl $a = 0$, dagegen J etwas größer als 0 ist. In Wirklichkeit wird also auch für den Fall γ ein Berührungspunkt zwischen Σa und Σz bald gefunden.

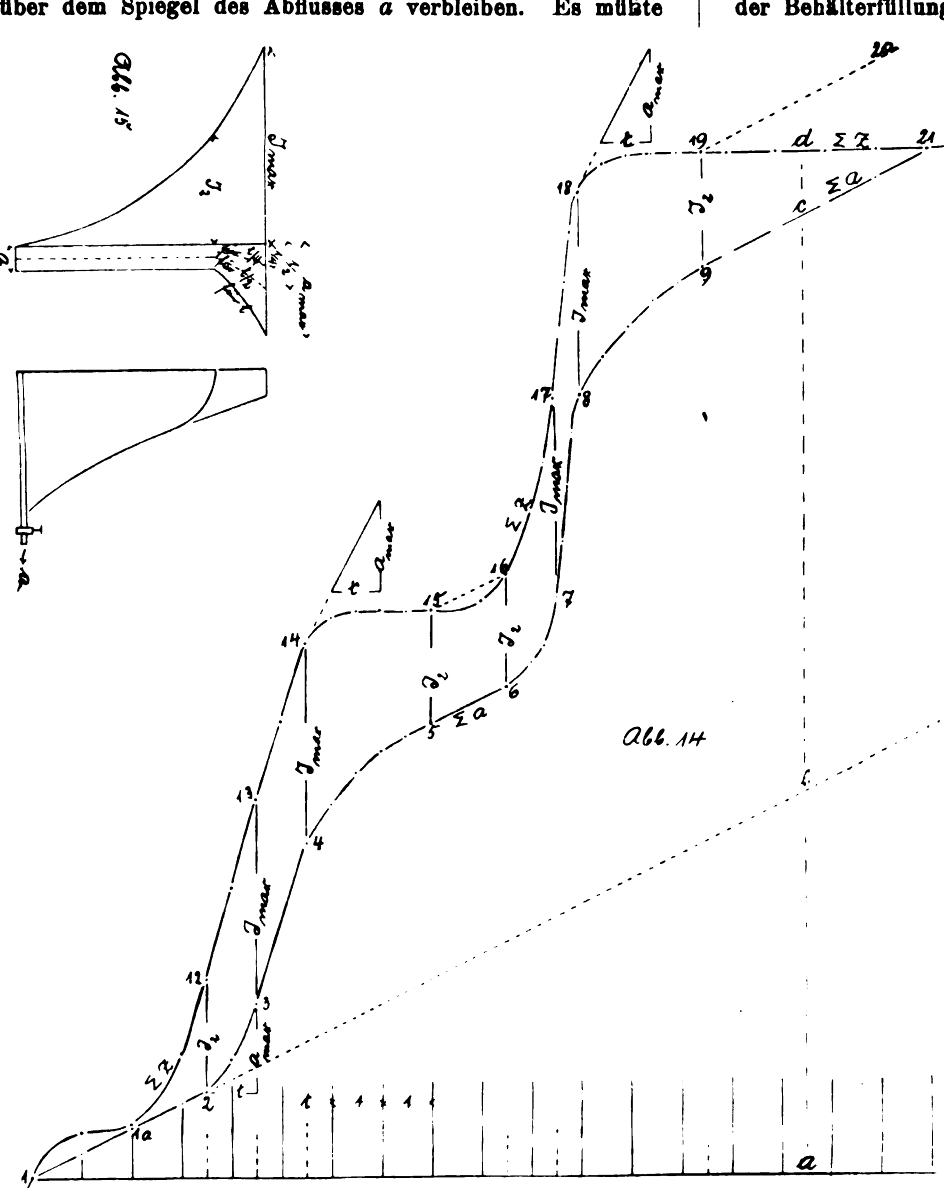
11. Sammelbecken werden häufig angelegt, um durch eine Verzögerung des Wasserabflusses eine Ueberlastung des Abflußquerschnitts zu verhindern. Die Abflußeinheit a soll dadurch also innerhalb solcher Grenzen gehalten werden, daß ein offener Abflußgraben nicht ausufert und schädliche Ueberschwemmungen verursacht oder daß ein gedeckter Abflußkanal keinem innern Druck ausgesetzt und gesprengt wird.

Es ist dann also die höchst zulässige Abflußeinheit a_{max} bestimmt. So lange die Zuflußeinheit z nicht größer als a_{max} ist, ist eine Zurückhaltung J nicht erforderlich und fallen also Σz und Σa zusammen.

Bei r (Abb. 13) aber, wo $z > a_{max}$ wird, teilen sich beide Linien und zwar würde sich beim Fehlen von Schützvorrichtungen Σa selbsttätig vielleicht in die Richtung ro (Abb. 2) oder rs_1 (Abb. 13), legen, wobei $so < a_{max}$ wäre. Es würde also der Abfluß beim Beginn der Behälterfüllung zeitweise wieder sinken. Dies würde aber nicht zweckmäßig sein, vielmehr ist eine gleichbleibende Abführung des noch zulässigen a_{max} während des ganzen Verlaufs der Hochwasserwelle erwünscht. Dann muß also Σa eine gerade Linie rs_2 und der Inhalt des Beckens $\geqq J_{max}$ der Abb. 13 sein. Dann muß aber auch an der Verbindungsstelle des Kanals mit dem Becken in Abb. 8b eine Schützvorrichtung vorhanden sein, um den Zufluß nach dem Becken beim Beginn der Füllung zunächst einschränken zu können. Ebenso kann auch eine Schützvorrichtung im Abflußkanal nötig werden, um für einen andern Zeitraum, z. B. s_2 in Abb. 13 den Abfluß a einzuschränken und das Becken möglichst lange gefüllt zu erhalten.

Diese Regelung des Zu- und Abflusses ist in Abb. 8a mit nur einer Schützvorrichtung nicht in gleichem Maße möglich wie in Abb. 8b und letztere Anordnung ist daher die vollkommenere.

12. Von einer weitern allgemeinen Erörterung wird abgesehen und es sollen nachfolgend noch einige entweder häufig zur Anwendung gelangende oder in der technischen Literatur behandelte Sonderfälle besprochen werden.



A. Betriebsplan einer Talsperre.
(Abb. 14, 15.)

1896 Rud. Müller: Oesterr. Monatsschr. — 1898. Fischer: Zentralbl. d. Bauverwaltung. — 1905. Forbát (= Fischer?): Gesundheit. — 1910. Ziegler: Zeitschr. f. Bauwesen u. a.

Aus den gegebenen Zuflüssen z sei die Σz-Linie berechnet und in Abb. 14 gezeichnet. Die Talsperre soll eine bei allen Füllhöhen in der Zeiteinheit t gleichbleibende Abflußmenge a für einen Turbinenbetrieb liefern und mittels eines in der Mauerkrone eingeschnittenen Ueberfalls eine Hochwassermenge bis zu a_{max} abführen. Ist bei gefülltem Becken der Zufluß z gleich oder größer als a_{max}, so wird die Krone in ihrer ganzen Länge überflutet, ohne daß dadurch eine weitere merkliche Vergrößerung der Füllhöhe h und des Beckeninhalts J ein-

tritt. Mauerquerschnitt und J und a sind in Abb. 15 gezeichnet.

Der Betrieb der Turbine beginne zum Zeitpunkt 1 in Abb. 14. Die Abflußsummenlinie Σa bleibt dann eine Gerade mit der Steigung $a:t$, bis bei Punkt 2 $J = 2 - 12 = J_2$ wird. (Bei 1a ist das Becken fast leer.) Von 2 an steigt die Abflußmenge mittels des Ueberfalls allmählich, bis bei Punkt 3 der Beckeninhalt 3—13 auf J_{max} und die Abflußeinheit auf a_{max} gestiegen ist. (Die Ermittlung der Zwischenpunkte zwischen 2 und 3 erfolgt von Zeiteinheit t zu t in bekannter Weise mittels der Summe $J + a$ oder auch für kleinere Zeiteinheiten $\frac{t}{2}, \frac{t}{4}$ usw. mittels der Summen $J + \frac{a}{2}, J + \frac{a}{4}$ usw.) Von 3 an ist das Becken gefüllt und bleibt so lange gefüllt, wie der Zufluß z gleich oder größer als der Abfluß a_{max} ist. Σa ist parallel Σz bis Punkt 4. Der Punkt 14, an dem der Zufluß $z = a_{max}$ wird, ist zu ermitteln durch eine Tangente an Σz mit der Steigung $a_{max}:t$. Von diesem Punkt 14 ab sinkt der Zufluß z unter a_{max} und nimmt gleichzeitig der Beckeninhalt J allmählich ab, und zwar wird die Σa von 4 bis 5 wieder in bekannter Weise mittels der Summe $J + a$ oder $J + \frac{a}{2}$ usw. für die Zeiteinheiten t oder $\frac{t}{2}$ usw. schrittweise ermittelt, bis bei 5 der Beckeninhalt $5—15 = J_2$ wird. Von 5 bis 6 ist der Ueberfall außer Tätigkeit, die Abflußeinheit gleichmäßig $= a$, also die Σa parallel mit der Steigung $a:t$ gerichtet. Von $6—16 = J_2$ an tritt wieder der Ueberfall in Tätigkeit, bis bei 7—17 das Becken ganz gefüllt ist. Von da bis 8—18 bleibt das Becken wieder gefüllt und fließt die ganze Zuflußmenge $z \geq a_{max}$ auch wieder ab. Bei 18 wird wieder $z = a_{max}$ und der Abfluß sinkt auf der Strecke 8—9 allmählich wieder, bis er bei 9—19 bei einem Beckeninhalt J_2 wieder auf a beschränkt und der Ueberfall ganz außer Tätigkeit gesetzt ist.

In jedem Zeitpunkt setzt sich der lotrechte Abstand ad zwischen der Wagerechten und der Σz-Linie zusammen aus $ab + bc + cd =$ der Summe der ausgenutzten + der Summe der ungenutzt abgeflossenen Wassermenge + dem zeitigen Beckeninhalt. (Die Abb. 14 dürfte gegen die Darstellung im Zentralbl. 1908 m. E. in mehreren Punkten vorteilhaft abweichen.)

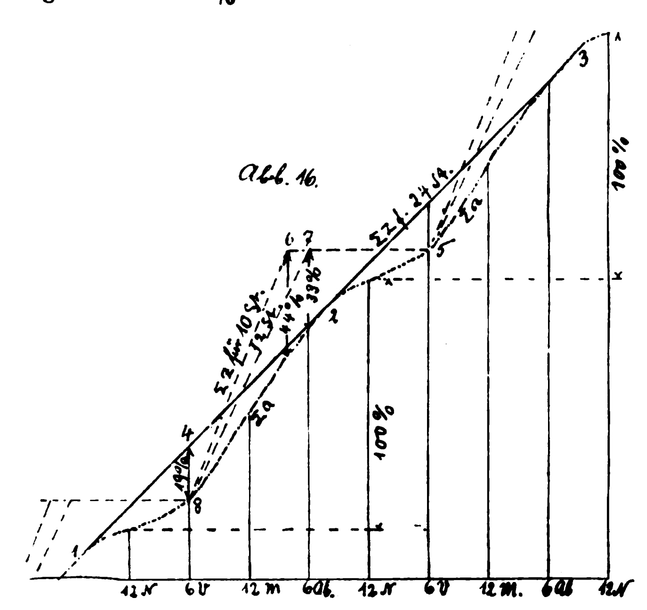
Die Nutzwassermenge a darf so groß, die Steigung $a:t$ also so steil angenommen werden, daß die Σa- die Σz-Linie an einem Tiefpunkt, z. B. bei 1a, berührt. Dann wird zu diesem Zeitpunkt das Becken allerdings völlig entleert. Schneidet aber die Σa die Σz an irgendeinem Punkte z. B. 21, so muß von da an die Entnahme a so lange eingeschränkt werden, bis z wieder auf a angewachsen ist. Bis zu diesem Zeitpunkt 22 fallen dann Σa und Σz zusammen.

B. Größe des Ausgleichbehälters einer städtischen Wasserversorgung. (Abb. 16.)

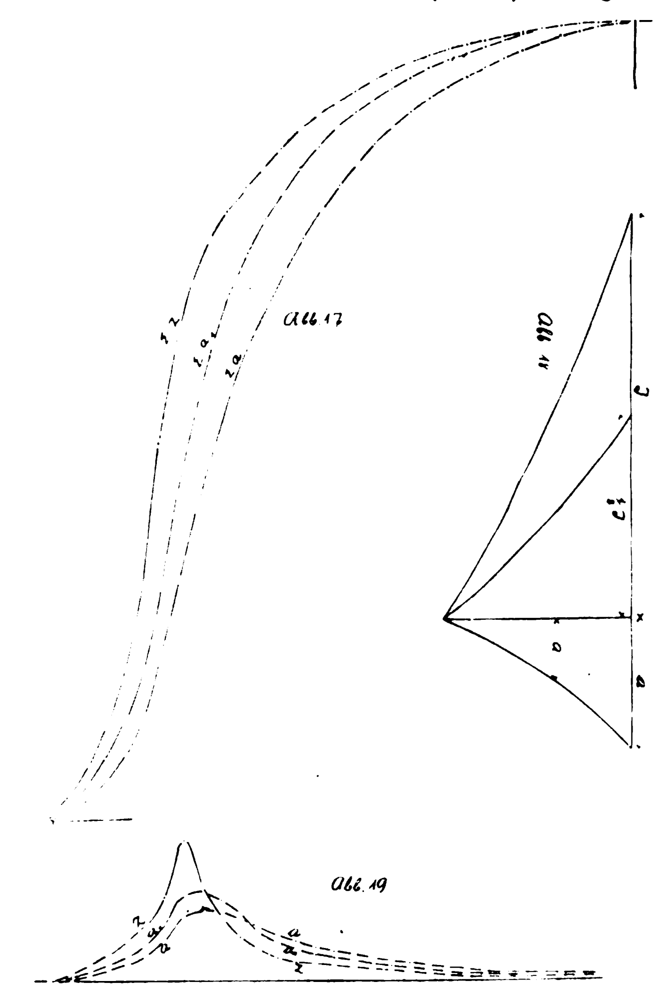
1908. Rud. Müller: Oesterreich. Monatsschrift.

Aus dem Handbuch der Ing.-Wissensch. ist der Wasserverbrauch a der verschiedenen Tagesstunden in Prozenten des Tagesverbrauchs für den 22. August 1879 Berlin entnommen. Von diesen stündlich schwankenden Verbrauchszahlen $a =$ den Abflußzahlen des Ausgleichbehälters ist die Σa berechnet und in Abb. 16 aufgetragen, und zwar für zwei hintereinanderfolgende Tage.

Der Zufluß z zum Behälter ist bei einer Quellwasserversorgung nicht mit den Tagesstunden schwankend, sondern gleichmäßig, die Σz ist also eine Gerade. Die Tangente 1 2 3 an die Σa ergibt eine solche Lage der Σz, daß der Behälter bei 1 2 und 3, d. h. etwa um 7 Uhr abends leer ist und bei 4 und 5, d. h. etwa um 6 Uhr vormittags die größte Füllung J_{max} hat. Diese beträgt dann etwa 19 % der in 24 Stunden zugeflossenen Wassermenge $\Sigma z = 100\,\%$.



Wird das Wasser dem Behälter durch ein Pumpwerk zugeführt, so begnügt man sich mit einem Tagesbetrieb, während der Zufluß des Nachts ruht ($z = 0$). Die ganze



Verbrauchsmenge für 24 Stunden $= 100\,\%$ möge dann etwa in 10 oder 12 Tagesstunden, von 6 Uhr vormittags beginnend, zugeführt werden. Dann ergeben sich die $\Sigma z = 8\ 6\ 5$ bzw. $8\ 7\ 5$ und die größten Füllungen des Behälters betragen bei Punkt 6 bzw. 7 44 % und 33 %

des Tageszuflusses $\Sigma z = 100\,\%$. (In den Handbüchern sind diese Zahlen, die für den größten Tagesverbrauch ermittelt werden müssen, in Prozenten des mittlern Tagesverbrauchs und deshalb $1\frac{1}{2}$ mal so groß wie vorstehend angegeben.)

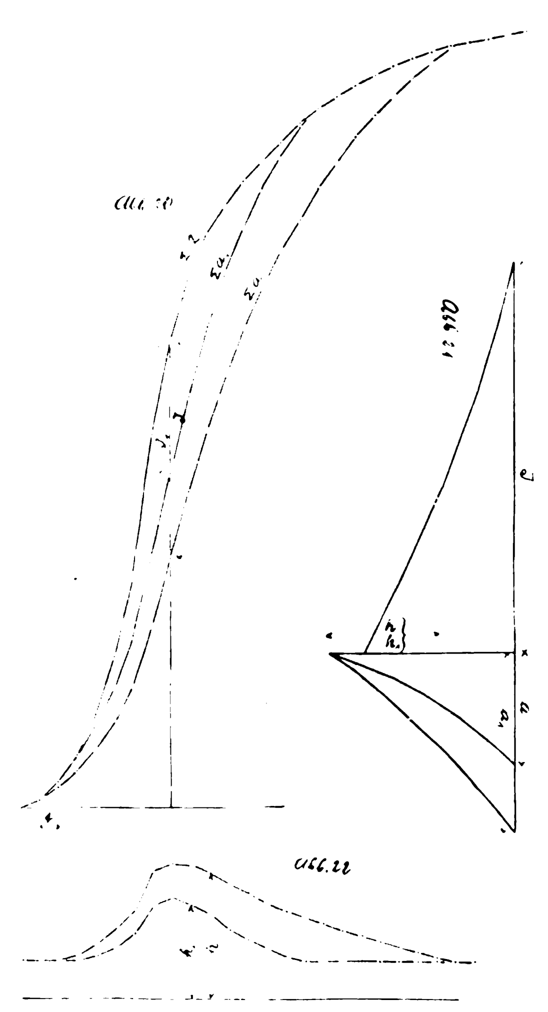
Einer Auftragung von J und a nach Anhalt der Abb. 4 bedarf es im vorstehenden Fall nicht, weil die Abflußmengen des Behälters durch die Entnahmevorrichtungen der Verbraucher und nicht durch die Füllhöhen des Behälters geregelt werden. Uebrigens würde für Behälter mit lotrechten Wandungen die J-Linie der Abb. 4 eine Gerade sein.

Rud. Müller hat dies Verfahren für 24stündigen Betrieb eines Elektrizitätswerks bei schwankendem Stundenverbrauch der Ampère verwendet.

C. Die Einwirkung einer See-Verkleinerung im Zuge eines Flußlaufs auf den Abflußvorgang. (Abb. 17, 18, 19.)

1906. Zentralbl. d. Bauverw., S. 138: Kahle, S. 224: Blodek.

Gegeben seien in Abb. 18 die Inhalte J des Sees für verschiedene Füllhöhen und die zugehörigen Abflußeinheiten a. Gegeben sei ferner in Abb. 19 die Zuflußmengenlinie z und also in Abb. 17 die Σz des Sees. Dann ist daraus in Abb. 17 in bekannter Weise die Σa- und in Abb. 19 die a-Linie herzuleiten.



Werden nun die Beckeninhalte für dieselben Füllhöhen in Abb. 18 z. B. auf die Hälfte verkleinert, so bleiben für dieselben Füllhöhen doch die ursprünglichen Abflußeinheiten a in Abb. 18 bestehen.

Man entwickle demnach aus Σz und $\left(\frac{J}{2} + a\right)$ in bekannter Weise die Σa_1-Linie und daraus in Abb. 19 die a_1-Linie. Der Vergleich zwischen der a- und a_1-Linie in Abb. 19 gibt die gesuchte Einwirkung. Augenscheinlich wird durch die Verkleinerung des Sees die Hochwasserwelle des Abflusses zeitlich verkürzt und räumlich im Scheitel erhöht.

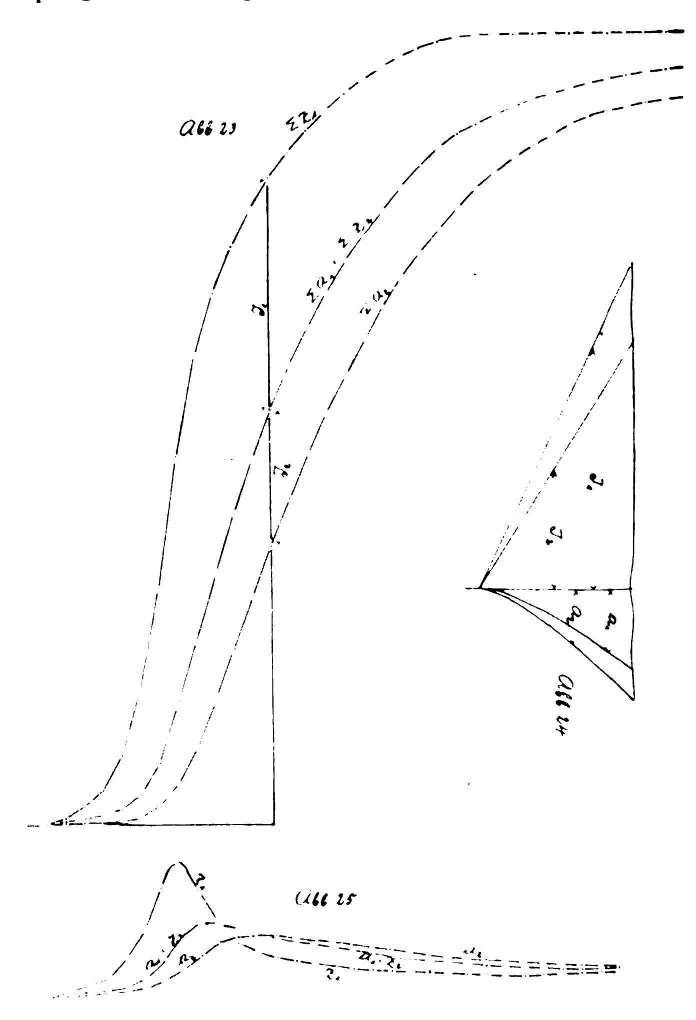
Kahle und Blodek behandeln nur Sonderfälle dieser Aufgabe.

D. Der Einfluß einer Flußregelung auf Verminderung der Ueberschwemmungen. (Abb. 20, 21, 22.)

1904. Krüger: Zentralbl. der Bauv., S. 164.

Gegeben seien in Abb. 21 die Inhalte J eines Flußniederungsbeckens und die Abflußeinheiten a des Vorfluters unterhalb der Niederung. Gegeben seien ferner die Abflußeinheiten a_1 desselben Vorfluters nach seiner Regulierung, sodann die z-Linie und also die Σz-Linie in Abb. 20.

Dann lassen sich die Σa-Linie, die Σa_1-Linie und daraus die hier fortgelassenen a- und a_1-Linie unschwer herleiten. Schließlich sind die zusammengehörigen Beckeninhalte J und J_1 aus Abb. 20 und die dazu gehörigen Ueberschwemmungshöhen h und h_1 aus Abb. 21 zu entnehmen und letztere in Abb. 22 auf einer gemeinsamen Wagerechten aufzutragen. Aus dem Vergleich der für die gleichen Zeitpunkte (Lotrechten) zusammengehörigen h und h_1 ergibt sich der gesuchte Einfluß.



E. Wirkung zweier untereinanderliegender Rückhaltebecken. (Abb. 23, 24, 25.)

1908. Bodenseher: Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Vereins.

Gegeben sind zwei untereinanderliegende Becken mit den Inhalten J_1 und J_2 (Abb. 24) für verschiedene Füllungshöhen.



Der Zufluß zum obern Becken sei gegeben durch die z_1-Linie in Abb. 25 und die Σz_1-Linie in Abb. 23, das Abflußgesetz aus dem obern Becken durch die a_1-Linie in Abb. 24. Dann ist daraus die Σa_1-Linie in Abb. 23 und die a_1-Linie in Abb. 25 in bekannter Weise zu entwickeln.

Der Abfluß a_1 aus dem obern Becken bildet nun den Zufluß z_2 zu dem untern Becken $\cdot a_1 = z_2$, $\Sigma a_1 = \Sigma z_2$.

Das Abflußgesetz aus dem untern Becken sei gegeben durch die a_2-Linie (Abb. 24). Dann ist daraus die Σa_2-Linie in Abb. 23 und die a_2-Linie in Abb. 25 in bekannter Weise zu ermitteln.

Der Vergleich der drei Linien z_1, $a_1 = z_2$ und a_2 in Abb. 25 liefert unmittelbar die Wirkung der beiden Rückhaltebecken.

Bodenseher behandelt nur den Sonderfall, daß beide Becken lotrechte Wandungen haben, also die J- und J_1 Linie in Abb. 24 Gerade sind und daß ferner der Zufluß z während einer gewissen Zeit sich nicht ändert und dann plötzlich ganz aufhört — ähnlich wie dies in Abb. 16, Linie 8 6 5, dargestellt ist.

Literatur.

1895. Harlacher-Pollack: Ztschr. des österr. Ing.- u. Arch.-V., S. 593.
1896. Rud. Müller: Oesterr. Monatsschr. f. d. öffentl. Baudienst, Heft X.
1897. Kresnik: Oesterr. Monatsschr. f. d. öffentl. Baudienst S. 26.
1898. Emerich Fischer, Gotha: Zentralbl. d. Bauverw., S. 390.
1902. Kresnik: Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst, S. 405.
1902. Krüger: Zentralbl. d. Bauverw., S. 403.
1904. Krüger: Zentralbl. d. Bauverw., S. 164.
1904. Wasserwirtschaft und Wasserrecht, S. 322.
1905. Wasserwirtschaft und Wasserrecht, S. 124.
1905. Lauda: Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver., S. 253.
1905. Link: Zentralbl. d. Bauverw., S. 325.
1905. Emerich Forbát, Budapest: Die Gesundheit, S. 670.
1906. Kahle: Zentralbl. d. Bauverw., S. 138.
1906. Blodek: Zentralbl. d. Bauverw., S. 224.
1906. Zeitschr. f. d. gesamte Wasserwirtschaft, S. 93.
1906. Tiefbau, S. 337.
1907. Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst, S. 520.
1908. Bodenseher: Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-V., S. 401.
1908. Kresnik: Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst, S. 535.
1908. Rud. Müller: Oesterr. Monatsschrift, S. 722.
1908. Heyd: Gesundheitsingenieur, S. 209.
1909. Kabelac: Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-V., S 353.
9110. Ziegler: Zeitschr. f. Bauwesen, S. 305.

Zeichnerische Behandlung des mehrfach statisch unbestimmten durchgehenden Bogenträgers mit zwei Kämpfergelenken.

Von Dipl.-Ing. Chr. Vlachos (Karlsruhe).

Für die Berechnung dieses Trägers werde ich hier ein zeichnerisches Verfahren entwickeln, nach welchem die Einflußlinien aus denen des Horizontalschubs und des durchgehenden Balkenträgers ziemlich einfach ermittelt werden können. Das Verfahren gilt allgemein für jede beliebige Anzahl und Größe der Oeffnungen des durchgehenden Bogens. Es kann auch auf den eingespannten Bogen angewendet werden, welcher ein spezieller Fall dieses Trägers ist.

I. Einflufslinie des Horizontalschubs.

Abb. 1.

Der Bogenträger der Abb. 1 hat in A und D Gelenke, in B und C bewegliche Auflager. Auf Grund des allgemeinen Gesetzes der Gegenseitigkeit elastischer Formänderungen erhält man die Einflußlinie des Horizontalschubs H in A für lotrechte Kräfte als eine Biegungslinie, welche durch die Verschiebung $h = 1$ des Auflagers A im Sinne von H entsteht. Die Verschiebung wird mittels einer Horizontalkraft H im Auflagerpunkt A nach Beseitigung des wagrechten Widerstands des Auflagers bewirkt.

Durch die Kraft $H = 1$ in A entsteht auf jedem Knotenpunkt n des Bogenträgers das Moment $1 \cdot y_n$ und die Winkeländerung oder die elastische Kraft

$$1 \cdot \Delta g \cdot y_n = 1 \cdot \frac{s}{E \cdot F \cdot a^2} \cdot y_n.$$

Dabei bezeichnen s und F die Länge und die Querschnittsfläche des dem Knotenpunkt gegenüberliegenden Stabes, a die Entfernung dieses Stabes vom Knotenpunkt, y_n die Entfernung des Knotenpunktes n von der Kraft H in A und E den Elastizitätsmodul des Materials.

In der Folge werden wir nur den Einfluß der Gurtungen auf die Formänderung berücksichtigen und die Streben außer acht lassen.

Mit den elastischen Kräften bildet man nach Mohr in jeder Oeffnung eine Seillinie. Dieselbe stellt die Durchbiegung der betreffenden Oeffnung dar. Der Träger ist aber ein durchgehender, und die Biegungslinie muß die Bedingungen desselben erfüllen. Die Biegungslinien der Oeffnungen AB, BC, CD müssen in B und C gemeinschaftliche Tangenten haben. Es entstehen infolgedessen in B und C Stützenmomente wie bei einem durchgehenden Träger, welcher belastet ist. Die belastenden Kräfte jeder Oeffnung sind hier die elastischen Kräfte $\Delta g \cdot y_n$ der Knotenpunkte.

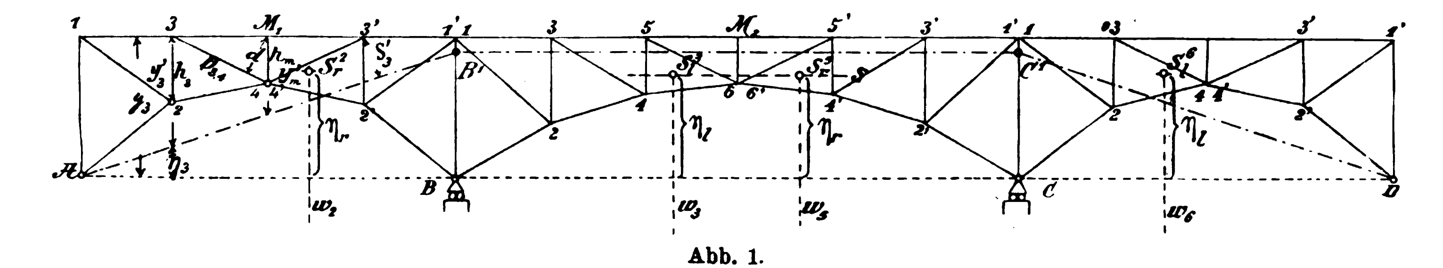


Abb. 1.

1. Stützenmomente des durchgehenden Balkenträgers.

Abb. 3.

Um die Stützenmomente zu ermitteln, denken wir uns in jeder Oeffnung des durchgehenden Trägers (vgl. die Abhandlung des Verfassers im Heft 20, S. 538 u. f., vom Jahre 1908 der österr. Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst: „Ueber die zeichnerische Behandlung des durchgehenden Trägers") mit Hilfe von drei elastischen Kräften ein Seileck gezeichnet. Die eine dieser Kräfte, welche bei konstantem Trägheitsmoment des Trägers mit der linken Drittellinie zusammenfällt, ist die Mittelkraft $M_l \cdot w_l$ der auf den Knotenpunkten angreifenden elastischen Kräften $M_n \cdot \Delta g$ infolge der Wirkung des linken Stützenmoments M_l. Die zweite, welche bei konstantem Trägheitsmoment mit der rechten Drittellinie zusammenfällt, ist die Mittelkraft $M_r \cdot w_r$ der elastischen Kräfte auf den Knotenpunkten aus dem rechten Stützenmoment. Die dritte ist die Mittelkraft der elastischen Kräfte aus den Momenten des belasteten frei aufliegenden Trägers der betreffenden Oeffnung und infolgedessen bekannt. Jede dieser Kräfte teilen wir mit $w_l \cdot e_l = w_r \cdot e_r$, wobei e_l und e_r die Entfernungen der Mittelkräfte w_l und w_r von ihren der ersten und zweiten Oeffnung liegt. Bei konstantem Trägheitsmoment beider Oeffnungen fällt dieser Punkt auf die verschränkte Drittellinie. Es ist ferner bewiesen, daß die Gerade $A' L_{1,2}$ die Seite $B' 3' 4'$ des Seilecks der zweiten Oeffnung in dem Punkt J_2' einer festen Gerade J_2 schneidet. Denn nehmen wir die Gerade $A' L_{1,2}$ als feststehend und verändern wir die Lage der Punkte $2'$, $3'$, B' auf den festen Vertikalen w_2, w_3 und B unter der Berücksichtigung, daß die Gerade $\overline{2', 3'}$ durch den festen Punkt $L_{1,2}$ geht, so muß die Seite $\overline{B', 3'}$ des Seilecks immer durch den Punkt J_2' gehen. Die Seite $\overline{4', 5'}$ des Seilecks trifft die Festlinie J_2 in dem Punkt J_2''. Die Gerade $\overline{J_2'' L_{2,3}}$ schneidet die Seite $\overline{C', 6'}$ des Seilecks der dritten Oeffnung in dem Punkt J_3' der Festlinie J_3 dieser Oeffnung, da die Gerade $\overline{5', 6'}$ durch den festen Punkt $L_{2,3}$ geht. Die Strecken $\overline{J_2, J_2'}$ und $\overline{J_2, J_2''}$ auf der Festlinie J_2 sind als Abschnitte der linken und rechten Kreuzlinie der zweiten Oeffnung von der Achse aus auf der Festlinie J_2 bekannt. Ebenso ist die Strecke $\overline{J_3, J_3'}$ als Abschnitt der linken Kreuzlinie der dritten Oeffnung auf der Festlinie J_3 bekannt. Den Punkt J_2 auf der Festlinie, durch welchen die gesuchte Momentenlinie der zweiten Oeffnung geht,

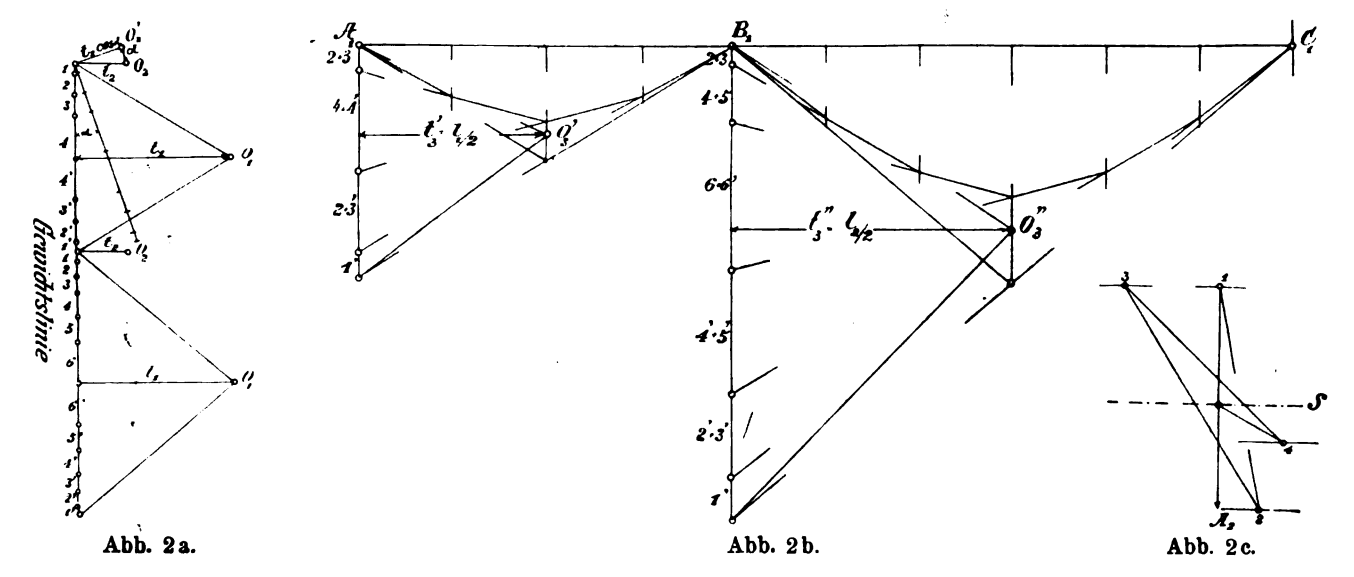


Abb. 2a. Abb. 2b. Abb. 2c.

benachbarten Auflager bezeichnen. Dadurch erreichen wir, daß die statischen Momente der Kräfte $M_l \cdot w_l$ und $M_r \cdot w_r$ in bezug auf die benachbarten Auflager gleich den gesuchten Stützenmomenten M_l und M_r werden.

In der Abb. 3 sind die elastischen Seilecke A, $1'$, $2'$, B und $B\,3'\,4'\,5'\,C$ der ersten und zweiten Oeffnung punktiert eingetragen. Die gesuchte Stützenmomentenlinie $A\,B'\,C'\,D$ ist ebenfalls eingezeichnet. Die statischen Momente der elastischen Kräfte $3'$ und $5'$ in bezug auf die Stützen B und C sind gleich den Stützenmomenten BB' und CC'. Die elastischen Kräfte $1'$ und $4'$ der beiden Oeffnungen, welche aus der Belastung entstehen, sind bekannt. Das statische Moment der elastischen Kraft $1'$ in bezug auf das Auflager A ist gleich AA'. Die Gerade BA' nennt man die linke Kreuzlinie der ersten Oeffnung. Ihr Abschnitt auf der w_2-Linie ist mit η_r bezeichnet. In der zweiten Oeffnung bilden die Seiten $4'\,3'$ und $4'\,5'$ des Seilecks, welche wir in der Folge die linke und rechte Seite des Seilecks nennen wollen, mit der Momentenlinie $B'\,C'$ denselben Winkel wie die linke und rechte Kreuzlinie $BS_{l,3}$ und $CS_{r,5}$ mit der Achse BC.

In der oben erwähnten Abhandlung des Verfassers ist bewiesen, daß die Verbindungslinie der Punkte $2'$ und $3'$ der Seilecke der ersten und zweiten Oeffnung auf den w_2- und w_3-Linien die Achse AC in dem Punkt $L_{1,2}$ schneidet, welcher auf der Mittelkraft der Kräfte w_2 und w_3 erhält man also durch Auftragen des Abschnitts $J_2' J_2$ der linken Kreuzlinie auf der Festlinie J_2.

Wir wollen noch einen Fall hier besprechen, welcher später bei der Aufsuchung der Momentenlinien für eine wandernde Last auf den durchgehenden Balkenträger Anwendung findet. Ist bloß eine Oeffnung, z. B. die zweite belastet, so haben wir in der ersten und dritten Oeffnung keine Kreuzlinien. Der Punkt A' fällt zusammen mit dem Punkt A der Achse. Die Gerade $\overline{A, L_{1,2}}$ trifft somit die Festlinie J_2 in dem Punkt J_2' der Achse. Durch diesen Punkt geht also die linke Seite des Seilecks der zweiten Oeffnung. Den Punkt J_2 der Momentenlinie erhalten wir, indem wir den Abschnitt der linken Kreuzlinie auf der Festlinie J_2 von der Achse aus auftragen. Wir beginnen dann am rechten Endpunkt D der Achse und bestimmen die Festlinie K_2 in der zweiten Oeffnung. Da die dritte Oeffnung unbelastet ist, so ist der Achspunkt der Festlinie K_2 ein Punkt der rechten Seite des Seilecks der zweiten Oeffnung. Auf diese Festlinie tragen wir von der Achse aus den Abschnitt der rechten Kreuzlinie und erhalten einen zweiten Punkt der Momentenlinie. Damit ist die Stützenmomentenlinie, welche in der ersten und dritten Oeffnung durch die Achsenpunkte A und D geht, ermittelt. Ist aber nur die erste Oeffnung belastet, so beginnen wir am rechten Endpunkt der Achse und erhalten den Achsenpunkt der Festlinie K_2 der zweiten

Oeffnung. Durch diesen Punkt geht die Momentenlinie der zweiten Oeffnung. Die Verbindungsgerade dieses Punktes mit $L_{1,2}$, d. i. die Achsenlinie, trifft die Festlinie K_1 der ersten Oeffnung in dem Punkt K_1'. Auf diese tragen wir dann den Abschnitt der rechten Kreuzlinie und erhalten einen Punkt der Momentenlinie der ersten Oeffnung. Die ganze Momentenlinie ist hiermit bestimmt.

a) Ermittlung der sogenannten Drittellinien, verschränkten Drittellinien und der Festlinien J und K.

Abb. 3, 2a, 2b, 2f.

Die sogenannte rechte Drittellinie w_2 der ersten Oeffnung $AB = l_1$ (Abb. 3) ist, wie oben erwähnt, die Mittelkraft der auf den Knotenpunkten wirkenden elastischen Kräfte $M_n \cdot \Delta g$, wobei M_n das Moment an dem betreffenden Knotenpunkt n infolge eines beliebigen auf der Stütze B wirkenden Moments M bezeichnet. Bezeichnet man ferner mit x und z die Entfernungen jedes Knotenpunktes vom linken bzw. rechten Auflager der Oeffnung, so beträgt bei dem Stützenmoment $M = 1$ in B die elastische Kraft des Knotenpunktes

$$M_n \cdot \Delta g = \frac{\Delta g \cdot x}{l_1}.$$

In der Abb. 2b ist das Seileck $A_1 B_1$ aus den auf die Knotenpunkte des Trägers AB wirkenden Kräften Δg mit Hilfe des Kraftecks der Abb. 2a (Pol O_1, Polweite t_1) eingezeichnet. Die Seiten dieses Seilecks schneiden auf der Lotrechten durch A_1 die statischen Momente $\Delta g \cdot x$, geteilt durch t_1, der elastischen Kräfte Δg. Dieselben bilden mit dem Pol O_3' und der Polweite $t_3' = \frac{l_1}{2}$ ein neues Krafteck, mit Hilfe dessen dann das Seileck $A_3 B_3$ der Abb. 2f gebildet wurde. Die äußersten Seiten des Seilecks $A_3 B_3$ treffen sich auf der Mittelkraft w_2 der Knotenpunktskräfte $\frac{1}{l_1} \Delta g \cdot x$ des Trägers AB.

Die sogenannte rechte Drittellinie w_5 der zweiten Oeffnung BC ist ebenfalls als Mittelkraft der Knotenpunktskräfte $\frac{1}{l_2} \Delta g \cdot x$ durch den Schnittpunkt der äußersten Seiten des Seilecks $B_3 C_3$ der Abb. 2f gezogen. Die Kräfte $\frac{1}{t_1} \Delta g \cdot x$ des dazu gehörigen Kraftecks mit Pol O_3'' und Polweite $t_3'' = \frac{l_2}{2}$ sind auf der Lotrechten durch B_1 (s. Abb. 2b) durch Verlängerung der Seiten des Seilecks $B_1 C_1$, welches mit den Kräften Δg des Kraftecks der Abb. 2a (Pol O_1, Polweite t_1) gebildet wurde, ermittelt.

Wegen der Symmetrie des Trägers der zweiten Oeffnung befindet sich die linke Drittellinie w_3 dieser Oeffnung in derselben Entfernung von der Mitte dieses Trägers wie die rechte w_5. Der Träger der dritten Oeffnung deckt sich mit dem der ersten, so daß man hier auch die sogenannte Drittellinie w_6 einzeichnen kann (s. Abb. 3). Die Mittelkraft der Kräfte $\frac{1}{l_1} \sum_0^{l_1} \Delta g \cdot x = w_2$ der ersten und $\frac{1}{l_2} \sum_0^{l_2} \Delta g \cdot z = w_3$ der zweiten Oeffnung geht durch den Punkt $L_{1,2}$ der sogenannten verschränkten Drittellinie auf der Achse. Dieser Punkt ist folgendermaßen ermittelt:

Die erste Seite $A_3 B_3'$ des Seilecks $A_3 B_3$ (s. Abb. 2f) der ersten Oeffnung ist bis zum Schnittpunkt 3 mit der Linie w_2 verlängert. Auf der B_3-Linie ist vom Punkt B_3' aufwärts der Abschnitt $\overline{C_3, C_3'}$ der Seite $\overline{B_3, C_3'}$ des Seilecks der zweiten Oeffnung auf der C_3-Linie, d. i. gleich dem statischen Moment der Kraft w_3 in bezug auf B mal $2 : t_1$, aufgetragen und der Endpunkt mit dem Punkt 3 durch eine Gerade verbunden. Diese trifft die letzte Seite des Seilecks der ersten Oeffnung in dem Punkt $L_{1,2}'$ der sogenannten verschränkten Drittellinie. Denn $\overline{2, L_{1,2}'}$ und $\overline{3, L_{1,2}'}$ sind die äußersten Seiten des Seilecks der Kräfte w_2 und w_3. Durch den Schnittpunkt dieser Seiten geht bekanntlich die Mittelkraft.

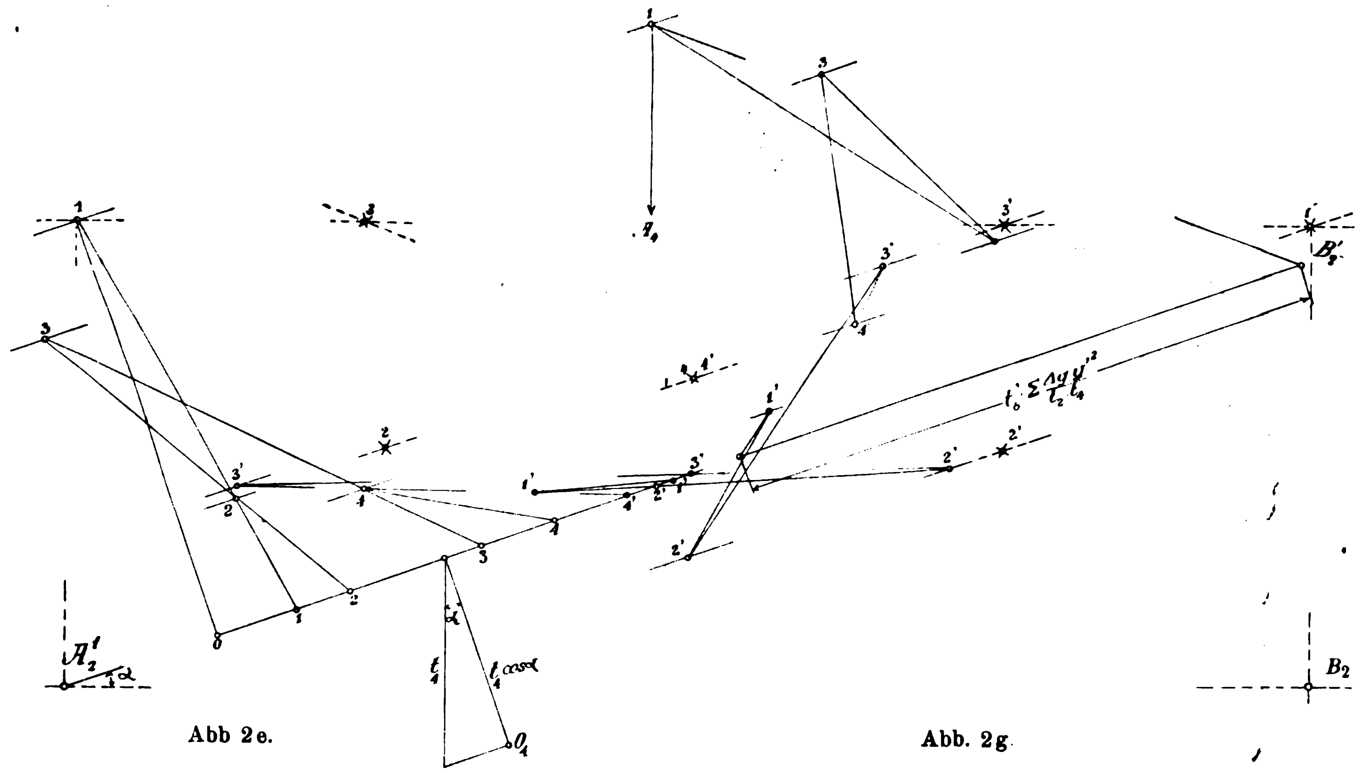


Abb 2e. Abb. 2g.

Abb. 2d.

Infolge der Symmetrie hat der Punkt $L_{2,3}$ auf der Mittelkraft der Kräfte w_5 und w_6 dieselbe Entfernung von der Stütze C wie der Punkt $L_{1,2}$ von B.

Nachdem die w-Linien und die Punkte L in der Abb. 3 eingezeichnet sind, hat man noch die Festlinien J_2, J_3, K_2 auf Grund der frühern Ausführungen wie folgt zu bestimmen:

Durch den linken Endpunkt A des Trägers (Abb. 3) zieht man eine beliebige Gerade. Diese schneidet die w_2- und B-Linien in den Punkten 2 und B_1. Wir verbinden die Punkte 2 und $L_{1,2}$ durch eine Gerade und verlängern dieselbe bis zum Schnittpunkt 3 mit der w_3-Linie. Die Gerade $\overline{B_1, 3}$ trifft die Achse in dem Punkt der Festlinie J_2. Von diesem Punkt beginnend erhalten wir in der gleichen Weise die Festlinie J_3. Zur Bestimmung der Festlinie K_2 fängt man vom rechten Endpunkt D des Trägers an, indem man die beliebige Gerade durch diesen Punkt zieht.

b) Ermittlung der Kreuzlinien.

Abb. 1, 3, 2a, 2c, 2d.

Wie oben erwähnt wurde, lasten auf den Knotenpunkten infolge der in A wirkenden Horizontalkraft $H = 1$ die elastischen Kräfte $\Delta g \cdot y_n$. Durch die Belastung der ersten Oeffnung AB mit diesen Kräften erhält man eine Biegungslinie. Die Tangente derselben an den Stützpunkt B, welche gleich der Auflagerkraft in B des mit den Kräften $\Delta g \cdot y_n$ belasteten frei aufliegenden Trägers ist, beträgt

$$\frac{1}{l_1} \sum_0^{l_1} \Delta\, g \cdot y \cdot x.$$

ersten Oeffnung in bezug auf seine Mittellinie gestaltet sich die Ermittlung des Punktes S_r^2 viel einfacher. Auf den Knotenpunkten des Trägers wirken die lotrechten Kräfte $\Delta g \cdot y$, deren Mittellinie vom linken Auflager die Entfernung $\frac{l_1}{2}$ hat. Es ist dann

$$\sum_0^{l_1} \Delta g \cdot y \cdot x = \frac{l_1}{2} \sum_0^{l_1} \Delta g \cdot y.$$

Ferner ist $\sum_0^{l_1} \Delta g \cdot x = \frac{l_1}{2} \sum_0^{l_1} \Delta g.$

Man erhält dann für den Abschnitt η_r

$$\eta_r = \frac{\sum_0^{l_1} \Delta g \cdot y \cdot x}{\sum_0^{l_1} \Delta g \cdot x} = \frac{\sum_0^{l_1} \Delta g \cdot y}{\sum_0^{l_1} \Delta g}.$$

Daraus geht hervor, daß der Punkt S_r^2 der w_2-Linie, welcher um η_r von der Achse entfernt ist, auf der Schwerpunktsachse der an den Knotenpunkten der ersten Oeffnung wirkenden wagrechten Kräfte Δg liegt. Derselbe kann als Schnittpunkt dieser Schwerpunktsachse mit der w_2-Linie bestimmt werden. Die wagrechten Lagen der Schwerpunkte der elastischen Kräfte Δg der ersten und zweiten Oeffnung

Abb. 2h.

Abb. 2i.

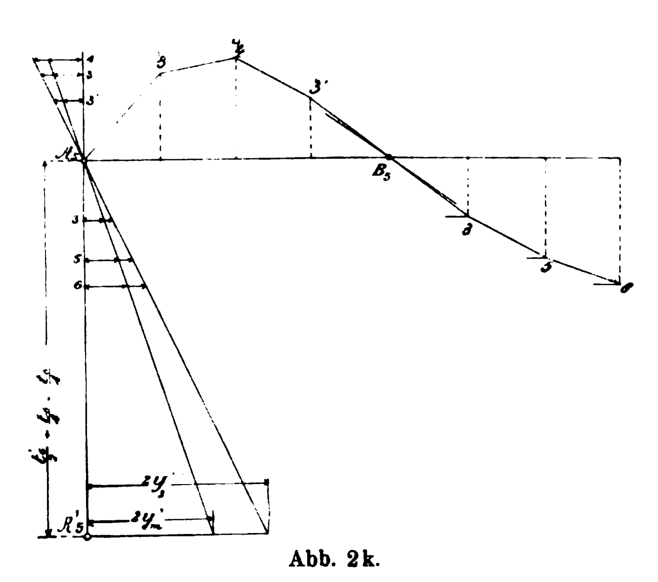


Abb. 2k.

Bezeichnet man mit e_2 die Entfernung der Mittelkraft w_2 aus den Kräften $\frac{1}{l_1} \Delta\, g \cdot x$ der ersten Oeffnung vom rechten Auflager B, so erhält man die Tangente des Winkels der Kreuzlinie im Punkt B dieser Oeffnung, wenn man den oben bestimmten Ausdruck für die Tangente der Biegungslinie durch $w_2 \cdot e_2 = \frac{e_2}{l_1} \sum_0^{l_1} \Delta\, g \cdot x$ teilt. Der Abschnitt der Kreuzlinie auf der w_2-Linie beträgt dann

$$\eta_r = \frac{1 \cdot e_2}{l_1} \, \frac{\sum_0^{l_1} \Delta g \cdot y \cdot x}{e_2 \cdot \frac{1}{l_1} \sum_0^{l_1} \Delta\, g \cdot x} = \frac{\sum_0^{l_1} \Delta g \cdot y \cdot x}{\sum_0^{l_1} \Delta g \cdot x}.$$

Daraus ersehen wir, daß die Strecke η_r nichts anders ist als die Entfernung des Schwerpunktes der Knotenpunktskräfte $\Delta g \cdot x$ der ersten Oeffnung von der wagrechten Achse durch A. Läßt man also auf den Knotenpunkten der ersten Oeffnung die Kräfte $\Delta\, g \cdot x$ einmal lotrecht und dann wagrecht wirken und bildet jedesmal die Mittelkraft, so erhält man den Schnittpunkt S_r^2 (s. Abb. 1) der beiden Mittelkräfte. Dieser Punkt liegt auf der w_2-Linie in der Entfernung η_r von der Achse AB. Die Gerade $\overline{B, S_r^2}$ der Abb. 3 ist dann die gesuchte Kreuzlinie der ersten Oeffnung. Infolge der Symmetrie des Trägers der

sind mittels der Seilecke der Abb. 2c und 2d ermittelt worden. Wegen der Symmetrie der Bögen der ersten und zweiten Oeffnung läßt man die wagrechten Kräfte Δg auf die Hälfte der Knotenpunkte jedes Bogens angreifen. Der Genauigkeit halber sind die Höhenabmessungen des Trägers der Abb. 1 zur Bildung der Seilecke viermal vergrößert worden. Für die Konstruktion der Seilecke hat man die Kraftecke der Abb. 2a mit den lotrechten Kräften und dem Pol O_2 benutzt, indem man die Seiten der Seilecke senkrecht zu den Seiten der Kraftecke gezogen hat.

Auf diese Weise sind in Abb. 1 die Schnittpunkte S_r^2, S_l^2, S_r^5 der Schwerlinien der wagrechten Kräfte Δg der ersten und zweiten Oeffnung mit den w_2-, w_3- und w_5-Linien und somit die Kreuzlinien BS_r^2, BS_l^3, CS_r^5 ermittelt, welche dann in der Abb. 3 eingetragen sind.

c) Ermittlung der Stützenmomente und der Momentenlinie.

Abb. 3.

Die Kreuzlinie BS_r^2 der ersten Oeffnung (s. Abb. 3) schneidet die A-Linie in dem Punkt A'. Die Verbindungslinie $A'L_{1,2}$ trifft, wie früher erwähnt wurde, die Festlinie J_2 in dem Punkt J_2', der zugleich auf der linken Seite des Seilecks der zweiten Oeffnung liegt. Von diesem Punkte tragen wir auf der Festlinie J_2 aufwärts den

Abschnitt a der linken Kreuzlinie BS_l^3 der zweiten Oeffnung und erhalten den Punkt J_2, durch welchen die Momentenlinie der zweiten Oeffnung geht. Da die dritte Oeffnung sich mit der ersten deckt und die Träger jeder Oeffnung symmetrisch sind, so ist die Momentenlinie der zweiten Oeffnung wagrecht. Die wagrechte durch den Punkt J_2 ist also die Momentenlinie der zweiten Oeffnung. In der Abb. 1 ist die Momentenlinie $AB'C'D$ eingetragen.

2. Ermittlung der Einflußlinie des Horizontalschubes.

Abb. 1, 2k, 2i, 2a, 2b, 2g, 2h.

Infolge der in A wirkenden Horizontalkraft $H = 1$ entstehen auf dem durchgehenden Träger, wie wir vorhin gesehen haben, die Stützenmomente und die Momentenlinie $AB'C'D$. Bezeichnen wir mit η_n die Ordinate der Momentenlinie unter dem Knotenpunkt n des Trägers, mit y_n die Entfernung des Knotenpunktes n von der wagrechten durch A, so erhalten wir aus der Kraft $H = 1$ und der dazu gehörigen Momentenlinie die Momente $1 \cdot y_n$ und $-1 \cdot \eta_n$ des Knotenpunktes n. Bei der Kraft H in A beträgt dann das Moment und die elastische Kraft des Knotenpunktes n

$$H(y_n - \eta_n) = H \cdot y'_n \text{ bzw. } H \cdot \Delta g \cdot y'_n.$$

Es ist schon früher erwähnt worden, wie man die Einflußlinie des Horizontalschubs als Biegungslinie ermittelt, indem man dem Auflager A nach Beseitigung des Gelenkes durch eine Horizontalkraft H eine Verschiebung $h = 1$ im Sinne von H erteilt.

Wirkt auf einen Knotenpunkt des Trägers die elastische Kraft $H \cdot \Delta g \cdot y'$, so entsteht im Punkt A eine wagrechte Verschiebung $H \cdot \Delta g \cdot y' \cdot y$, welche gleich dem statischen Moment der wagrechten elastischen Kraft in bezug auf den Punkt A ist. Aus den elastischen Kräften sämtlicher Knotenpunkte erhält man die wagrechte Verschiebung $h = 1$ in A aus

$$H \cdot \Sigma \cdot \Delta g \cdot y' \cdot y = H \cdot \Sigma \Delta g y' (y' - \eta) = 1.$$

Da aber $\Sigma \Delta g \cdot y' \cdot \eta = 0$ ist, wie man sich leicht überzeugen kann, so erhalten wir die Gleichung

$$H \cdot \Sigma \Delta g \cdot y'^{2} = 1,$$

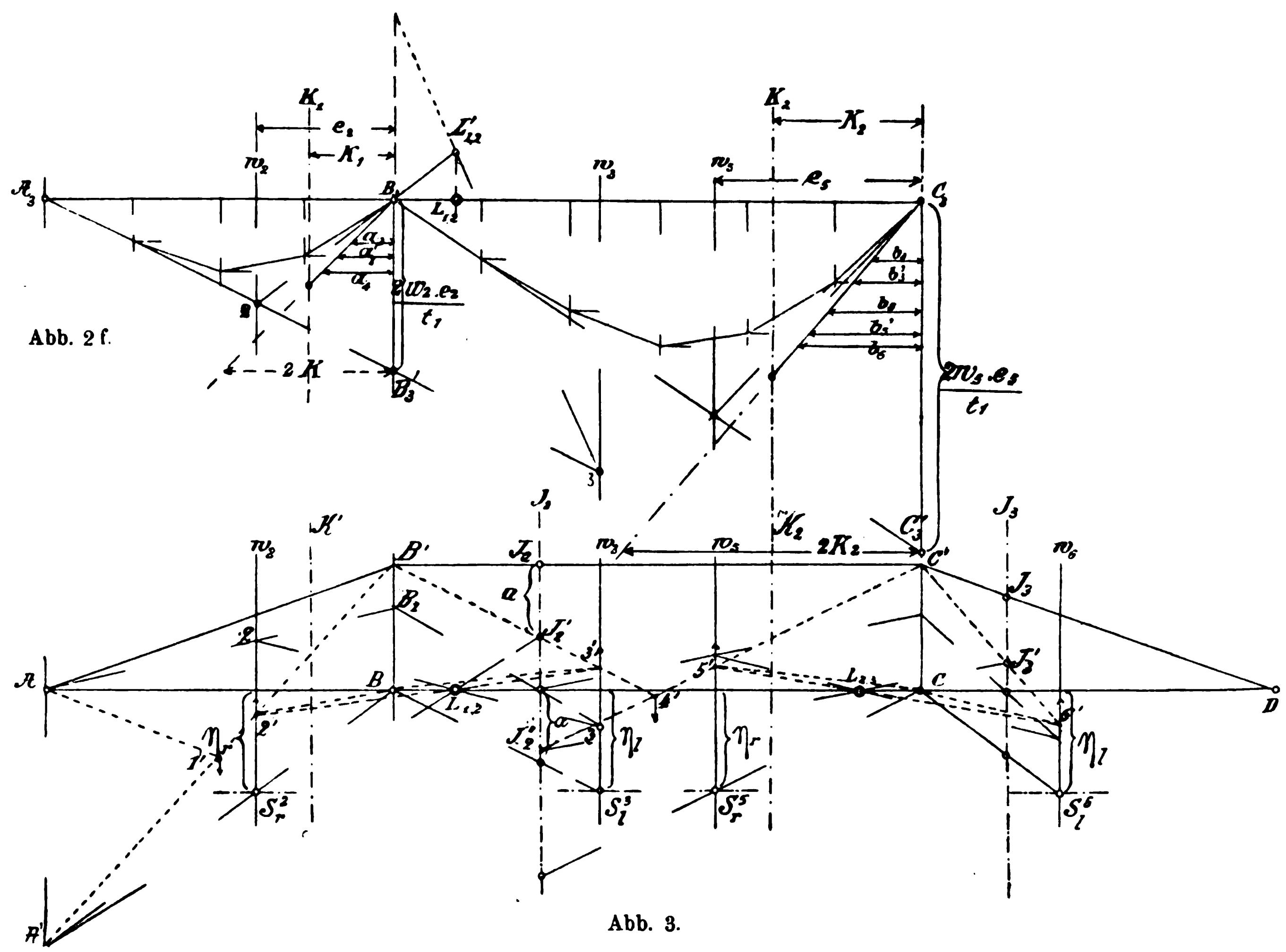
aus welcher die Kraft H berechnet werden kann.

Bevor wir weiter gehen, wollen wir noch einige Betrachtungen über die wagrechte Verschiebung des Auflagerpunktes A des durchgehenden Bogenträgers hier anknüpfen.

Denken wir uns den Punkt A mit der Momentenlinie $AB'C'D$, welche wir als einen unelastischen Stab betrachten, fest verbunden, so muß der Punkt A die Verschiebung des Stabes mitmachen. Die wagrechte Verschiebung des auf einer wagrechten Unterlage ruhenden Auflagers A kann man durch die Kraft $\frac{H}{\cos \alpha}$ bewirken, welche auf dem unelastischen Stab der betreffenden Oeffnung liegt, wenn man mit α den Winkel des Stabes mit der Wagrechten bezeichnet. Bezeichnet man ferner mit s_n die Entfernung des Knotenpunktes n von dem starren Stabe der betreffenden Oeffnung, so entsteht an dem Knotenpunkt n das Moment $\frac{H}{\cos \alpha} \cdot s_n = H \cdot y'_n$ und die wagrechte elastische Kraft $H \cdot \Delta g \cdot y'_n$.

Die Verschiebung des Schnittpunktes des starren Stabes mit der Lotrechten durch den Knotenpunkt ist dann gleich $H \cdot \Delta g \cdot y'^{2}_n$ und die aller solcher Punkte des Stabes $H \Sigma \Delta g \cdot y'^{2}_n$.

Dieser Ausdruck stellt, in Uebereinstimmung mit dem frühern Ergebnis, die gesamte Verschiebung des Stabes und hiermit des Punktes A dar.



Daraus geht hervor, daß man die Verschiebung des unelastischen Stabes aus der elastischen Kraft eines Knotenpunktes ermittelt, indem man diese Kraft mit der lotrechten Entfernung des Knotenpunktes vom Stabe multipliziert.

Wir wollen jetzt zur Ermittlung der Einflußlinie des Horizontalschubs übergehen.

Läßt man auf jeden Knotenpunkt des Trägers die lotrechte Kraft $\Delta g \cdot y'_n$ wirken und zeichnet die Biegungslinie (s. Abb. 2k), so erhält man die Einflußlinie des Horizontalschubs, welche durch die Punkte A_5, B_5, C_5, D_5 der Achse geht. Diese ist wegen der Symmetrie des Trägers bis zur Mitte gezeichnet. Die Ordinaten der Einflußlinie sind dann mit $H = 1 : \Sigma \Delta g \cdot y'^2$ zu multiplizieren. Die Kräfte $\frac{1}{t_2} \cdot \Delta g \cdot y'$ der ersten Oeffnung sind auf der Achse $A'_2 B'_2$ mit Hilfe des Seilecks der Abb. 2e und des Kraftecks der Abb. 2a (Pol O'_2, Polweite $t_2 \cos \alpha$) als statische Momente der Knotenpunktskräfte Δg in bezug auf die Achse $A'_2 B'_2$ ermittelt worden. In der Abb. 2i sind dann die Kräfte $\frac{1}{t_2} \Delta g \cdot y'$ der ersten Oeffnung auf einer lotrechten Geraden aufgetragen und mit Pol O_5 und auf die wagrechte Linie $B' C'$ zu erhalten. Die Seiten des Seilecks der Abb. 2k sind senkrecht zu den Seiten des Kraftecks der Abb. 2d gezogen worden, da die Kräfte des Kraftecks wagrecht liegen.

Es sei noch zu bemerken, daß man die Ausdrücke $\Delta g \cdot y'$ und $\Delta g \cdot y'^2$ auch rechnerisch mit dem Rechenstab ermitteln kann.

Die aus den Seilecken der Abb. 2g und 2h entnommene Strecke

$$\frac{1}{t_2 \cdot t_4} \cdot \left(2 \sum_0^{l_1} \Delta g \cdot y'^2 + \sum_0^{l_2} \Delta g \cdot y'^2 \right) = \frac{t'_6}{2} + \frac{t''_6}{4} = \frac{t_6}{4},$$

durch welche die Einflußlinie des Horizontalschubs geteilt werden soll, ist auf der A_5-Linie der Abb. 2k von A_5 bis A'_5 eingetragen.

II. Die Einflufslinien der Momente, Streben, Querkräfte, Stützendrucke und des Horizontalschubs aus der Temperatur des Bogenträgers.

1. Einflußlinien der Momente.

Abb. 1.

Die Einflußlinie des Moments für lotrechte Kräfte an einem Knotenpunkt des durchgehenden Bogenträgers erhält

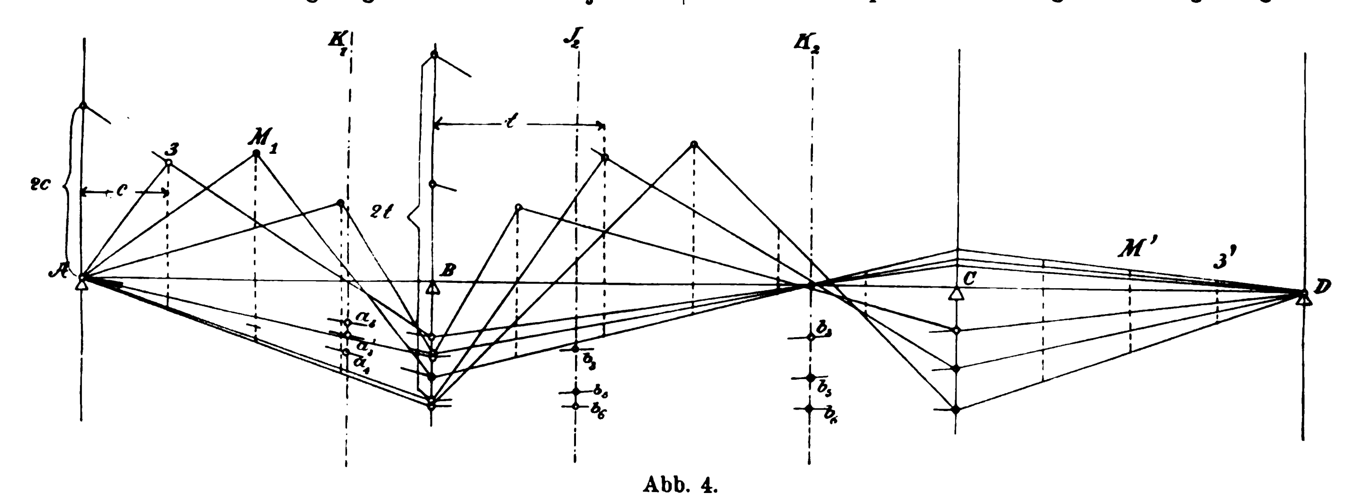


Abb. 4.

Polweite t_4 der Teil $A_5 B_5$ der Einflußlinie des Horizontalschubs der ersten Oeffnung gezeichnet.

Mit den Kräften $\frac{1}{t_2} \cdot \Delta g \cdot y'$ der ersten Oeffnung des Kraftecks der Abb. 2e (Pol O_4, Polweite $t_4 \cos \alpha$) ist ferner das Seileck der Abb. 2g gezeichnet und die statischen Momente $\frac{1}{t_2 \cdot t_4} \sum_0^{l_1} \Delta g \cdot y'^2$ der Knotenpunktskräfte $\Delta g \cdot y'$ auf der Linie $A' B'$ bestimmt worden.

Für die Aufzeichnung des Teiles $B_5 C_5$ der Einflußlinie des Horizontalschubs in der zweiten Oeffnung benutzen wir das Seileck der Abb. 2d, welches wir schon gebraucht haben, um die wagrechte Lage des Schwerpunktes der an den Knotenpunkten der zweiten Oeffnung wirkenden Kräfte Δg zu bestimmen. Hier erhält man auf der wagrechten Linie $B' C'$ die statischen Momente $\frac{1}{t_2} \Delta g \cdot y'$ dieser Kräfte. Mit den Kräften $\frac{1}{t_2} \Delta g \cdot y'$, dem Pol $O_{4,5}$ und der Polweite t_4 bilden wir ein neues Krafteck, um einerseits den Teil $B_5 C_5$ (s. Abb. 2k) der Einflußlinie des Horizontalschubs der zweiten Oeffnung bis zur Hälfte zu zeichnen, andrerseits das Seileck der Abb. 2h zu bilden und die statischen Momente $\frac{1}{t_2 \cdot t_4} \cdot \Delta g \cdot y'^2$ der Knotenpunktskräfte $\frac{1}{t_2} \Delta g \cdot y'$ der zweiten Oeffnung in bezug

man auf Grund des allgemeinen Gesetzes der Gegenseitigkeit elastischer Formänderungen, wenn man auf den betreffenden Knotenpunkt die elastische Kraft 1 wirken läßt und die Biegungslinie ermittelt.

Aus der elastischen Kraft 1 entsteht in der Oeffnung des Knotenpunkts die Einflußlinie des frei aufliegenden Trägers. Da der Träger ein durchgehender ist, werden dann in den Stützen B und C die Momente M_1 und M_2 hervorgerufen, durch welche elastische Kräfte auf allen Knotenpunkten des Trägers entstehen. Die Biegungslinie aus den elastischen Kräften zusammen mit der Einflußlinie des frei aufliegenden Trägers bildet die Einflußlinie des Moments für den betreffenden Knotenpunkt des durchgehenden Balkenträgers.

Während die auf den Knotenpunkt n wirkende elastische Kraft 1 auf den unelastischen Stab $A B' C' D$ die wagrechte Verschiebung $1 \cdot y'_n$ erzeugt, verursachen die aus den Stützenmomenten M_1 und M_2 entstandenen elastischen Kräfte der Knotenpunkte des Träger bei diesem Stab die wagrechte Verschiebung

$$\frac{M_1}{l_1} \sum_0^{l_1} \Delta g \cdot x \cdot y' + \frac{M_1}{l_2} \sum_0^{l_2} \Delta g \cdot z \cdot y' + \frac{M_2}{l_2} \sum_0^{l_2} \Delta g \cdot x \cdot y' + \\ + \frac{M_2}{l_3} \sum_0^{l_3} \Delta g \cdot z \cdot y',$$

welche gleich Null sei. Denn das erste Glied dieser Gleichung stellt die Tangente der mit den Knotenpunkts-

kräften $\frac{M_1}{l_1}\Delta g \cdot y'$ gebildeten Biegungslinie der ersten Oeffnung in B dar, das zweite Glied die Tangente der Biegungslinie der zweiten Oeffnung in B. Diese Tangenten sind aber gleich und entgegengesetzten Zeichens, folglich ist die Summe der ersten zwei Glieder gleich Null. Dasselbe gilt für die zwei letzten Glieder, welche die Tangenten der Biegungslinien der zweiten und dritten Oeffnung in C darstellen.

Die Stützenmomente M_1 und M_2 erzeugen also keine wagrechte Verschiebung auf dem unelastischen Stab $AB'C'D$.

Die Einflußlinie des Moments für einen Knotenpunkt n des durchgehenden Bogenträgers setzt sich zusammen aus der Einflußlinie des Moments des durchgehenden Balkenträgers und aus der des Horizontalschubs, multipliziert mit der lotrechten Entfernung y_n' des Knotenpunktes von dem unelastischen Stab $AB'C'D$.

Im folgenden soll gezeigt werden, wie am einfachsten die Einflußlinien der Momente des durchgehenden Balkenträgers ermittelt werden können.

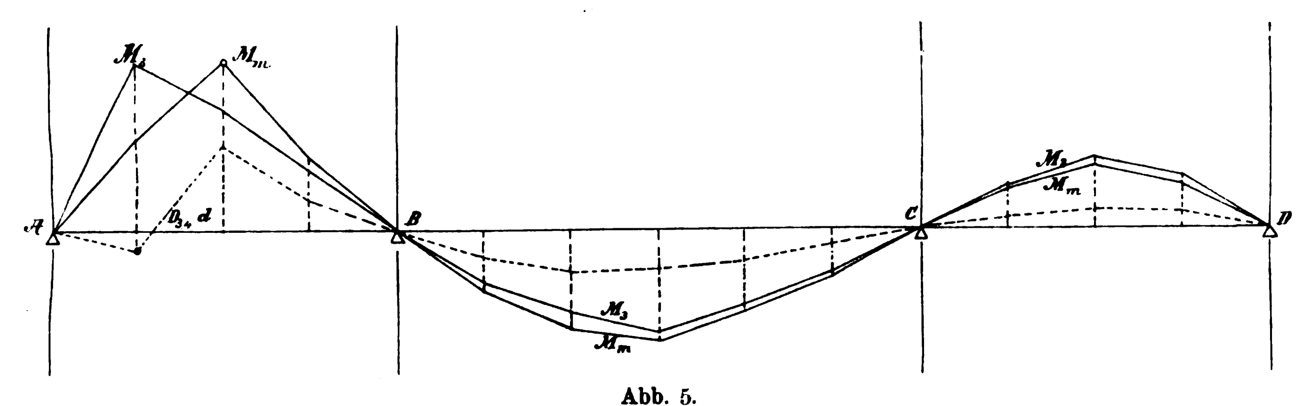


Abb. 5.

a) Momentenlinien für verschiedene Lagen der Last $P = 1$ auf dem durchgehenden Balkenträger. Abb. 4, 2 f, 2 b.

Durch die Belastung eines Knotenpunktes der ersten Oeffnung AB mit einer Kraft $P = 1$ entsteht die Momentenfläche des frei aufliegenden Trägers, und da der Träger ein durchgehender ist, die Stützenmomente in B und C (s. Abb. 4). Belastet man jeden Knotenpunkt mit der aus dem Moment der Momentenfläche hervorgerufenen elastischen Kraft, so erhält man die Tangente der Biegungslinie in B und damit die Kreuzlinie der belasteten Oeffnung. Wir haben früher erklärt, wie man aus den Kreuzlinien die Stützenmomente ermittelt; ferner, daß die Stützenmomentenlinie der unbelasteten zweiten Oeffnung durch den Festpunkt K_2 geht, so daß wir die ganze Momentenlinie auftragen können, sobald wir das negative Stützenmoment in B der belasteten Oeffnung ermittelt haben.

Die rechte Kreuzlinie der ersten Oeffnung trifft die Festlinie K_1 in dem Punkt a. Die Verbindungslinie dieses Punktes mit dem Punkt A schneidet auf der lotrechten durch B das Stützenmoment.

Die Kreuzlinien werden auf folgende Weise ermittelt (vgl. auch W. Ritter. Der kontinuierliche Balken, Zürich 1900).

Die Kraft $P = 1$ auf den Knotenpunkt n der ersten Oeffnung wirkend, erzeugt auf Grund des Gesetzes der Gegenseitigkeit elastischer Formänderungen eine Tangente in B, welche ebenso groß ist wie die lotrechte Verschiebung des Knotenpunktes n infolge des in B wirkenden Moments gleich 1.

Der Abschnitt a der Kreuzlinie auf der K_1-Linie ist gleich dieser Tangente mal der Entfernung K_1 der Festlinie K_1 von B, geteilt durch $w_2 \cdot e_2$. Läßt man also über der Stütze B der ersten Oeffnung ein Moment gleich $\frac{K_1}{w_2 \cdot e_2}$ wirken, ermittelt die Knotenpunktskräfte $\frac{K_1}{w_2 \cdot e_2} \cdot \frac{\Delta g \cdot x}{l_1}$ und zeichnet die Biegungslinie, so erhält man als Ordinaten dieser Biegungslinie die Abschnitte a.

Das Seileck $A_3 B_3$ der Abb. 2f, das uns früher Dienste geleistet hat, stellt die Biegungslinie der Kräfte $\frac{2}{l_1 \cdot t_1} \cdot \Delta g \cdot x$ dar. Denn es ist mit Hilfe des Kraftecks der Abb. 2b aus den Kräften $\frac{1}{t_1}\Delta g \cdot x$ und der Polweite $\frac{l_1}{2}$ gebildet. Multiplizieren wir die Ordinaten dieses Seilecks zeichnerisch mit $\frac{2 K_1 \cdot t_1}{2 \cdot w_2 \cdot e_2}$, wie es in der Abb. 2f geschehen ist, so erhalten wir in dem Längenmaßstab der Zeichnung die mit 2 multiplizierten Abschnitte a_3, a_3', a_4 der Kreuzlinie, welche von der Achse AB aus auf der Festlinie K_1 in Abb. 4 eingetragen sind. Man erhält z. B. die Momentenlinie für den Knotenpunkt 3 der ersten Oeffnung (s. Abb. 4), indem man das statische Moment der lotrechten Kraft 1 des Knotenpunktes 3 in bezug auf die A-Linie, welches gleich der Entfernung des Knotenpunktes 3 von der A-Linie ist, auf diese vom Punkt A doppelt aufträgt, da der Maßstab der Momente zweimal größer ist als der der Längen. Diesen Endpunkt verbinden wir dann mit dem Punkt der Geraden $A a_3$ auf der B-Linie und erhalten dem Punkt 3 und damit die Momentenlinie der ersten Oeffnung.

Die Momentenlinien für die Lagen der Last $P = 1$ in der ersten Oeffnung sind hiermit ermittelt. In der zweiten Oeffnung entsteht infolge der auf einen Knotenpunkt dieser Oeffnung wirkenden Kraft $P = 1$ die Momentenlinie des frei aufliegenden Trägers und infolgedessen eine rechte und eine linke Kreuzlinie. Diese Kreuzlinien treffen die Festlinien K_2 und J_2 der zweiten Oeffnung in den Punkten b und b' (s. Abb. 4). Die Verbindungslinie dieser Punkte schneidet auf den lotrechten durch B und C die negativen Stützenmomente.

Die Abschnitte b der rechten Kreuzlinie der zweiten Oeffnung auf der K_2-Linie erhält man als Ordinaten der Biegungslinie, welche in der zweiten Oeffnung entsteht, wenn man auf die Stütze C das Moment $1 \cdot K_2 : w_5 \cdot l_5$ wirken läßt. Das Seileck $B_3 C_3$ der Abb. 2f stellt die Biegungslinie der Kräfte $2 \cdot \Delta g \cdot x : l_2 \cdot t_1$ dar. Die von der Achse BC in Abb. 4 eingetragenen Abschnitte b_3, b_5, b_6 sind nach Multiplikation mit $K_2 \cdot t_1 : w_2 \cdot l_2$ aus den Ordinaten des Seilecks $B_3 C_3$ ermittelt worden.

Wegen der Symmetrie des Trägers erhält man aus den Ordinaten des Seilecks $B_3 C_3$ auch die Abschnitte b_3', b_5', b_6' auf der Festlinie J_2.

Dadurch sind die Momentenlinien für Lastlagen in der zweiten Oeffnung bestimmt.

Wegen der Symmetrie sind die Momentenlinien nur für Lastlagen bis zur Mitte der Oeffnung eingezeichnet.

b) Aufzeichnung der Einflußlinien der Momente des Bogenträgers.

Abb. 1, 4, 2k, 5.

Die Ordinaten der Einflußlinien der Momente des durchgehenden Balkenträgers kann man jetzt aus den Momentenlinien der Abb. 4 abgreifen.

Die Ordinaten der Einflußlinie des Moments für den Knotenpunkt 3 der ersten Oeffnung sind z. B. mit dem Zirkel auf der 3-Linie dieser Oeffnung für Lastlagen von links bis zur Mitte und auf der 3'-Linie der dritten Oeffnung für Lastlagen von der Mitte bis zum rechten Ende des Trägers abzugreifen.

In der Abb. 2 k trägt man vom Punkt A'_5 der A_5-Linie in wagrechter Richtung die lotrechte Entfernung y'_3 des Knotenpunktes 3 der ersten Oeffnung von dem unelastischen Stab AB', und zwar doppelt auf, um mit dem Maßstab der Momentenlinien der Abb. 4 in Uebereinstimmung zu kommen. Zwischen der Verbindungslinie des Endpunktes mit A_5 und der A_5-Linie erhält man, nachdem man von jedem Knotenpunkt der Einflußlinie des Horizontalschubs in Abb. 2k wagrechte Linien gezogen hat, die Ordinaten der Einflußlinie des Horizontalschubs multipliziert mit y'_3. Dann geht man zur Abb. 4 über und greift mit dem Zirkel auf den Lotrechten durch die Knotenpunkte 3 und 3' die Ordinaten der Einflußlinien des Moments des durchgehenden Balkenträgers ab. Diese trägt man, nachdem man sie zu den entsprechenden mit y'_3 multiplizierten Ordinaten der Einflußlinie des Horizontalschubs unter Berücksichtigung ihrer Zeichen addiert hat, in der Abb. 5 von der Achse aus auf. Dadurch erhält man die Einflußlinie des Moments für den Knotenpunkt 3 der ersten Oeffnung.

Auf dieselbe Weise ist auch die Einflußlinie des Moments für den Knotenpunkt M der ersten Oeffnung des durchgehenden Bogenträgers in der Abb. 5 ermittelt.

Aus den Einflußlinien der Momente der Knotenpunkte erhält man bekanntlich die Gurtungskräfte.

2. Einflußlinien der Streben.

Abb. 1, 5, 6.

Die Einflußlinie der Strebe 3, 4 des Trägers der ersten Oeffnung (Abb. 1) erhält man als Biegungslinie. Diese entsteht durch die Aenderung der Stablänge $\overline{3, 4}$ um die Einheit. Ist diese Aenderung eine Verkürzung des Stabes, und bleiben die Knotenpunkte M_1 und 3 in ihrer Lage, dann wird der Winkel, den die Stäbe $\overline{3, M_1}$ und $\overline{M_1, 4}$ miteinander bilden, um $\frac{1}{d}$ kleiner. Die Knotenpunkte 4 und 2 bewegen sich dann um die Größe $h_m : d$ nach links. Der Winkel, den die Stäbe $\overline{2, 3}$ und $\overline{3, M_1}$ bei 3 miteinander bilden, wird um den Betrag $1 \cdot h_m : d \cdot h_3$ größer. Die Bedeutung von h und d ersieht man aus der Abb. 1.

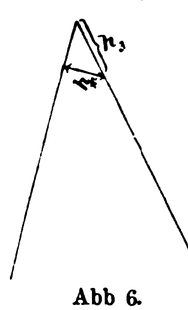


Abb 6.

Infolge der Aenderung der Stablänge $\overline{3, 4}$ um die Einheit entstehen auf den Knotenpunkten M_1 und 3 die elastischen Kräfte $1 : d$ und $1 \cdot h_m : d \cdot h_3$. Dieselben haben entgegengesetztes Zeichen. Man erhält also die Einflußlinie der Strebe $\overline{3, 4}$ multipliziert mit d aus den Einflußlinien der Momente an den Knotenpunkten 3 und M der ersten Oeffnung, indem man die Ordinaten der Einflußlinie des Moments des Knotenpunktes 3 mittels des Verwandlungswinkels der Abb. 6 mit $h_m : h_3$ multipliziert und dann von den Ordinaten der Einflußlinie des Moments im Knotenpunkt M der ersten Oeffnung abzieht.

Auf diese Weise ist die Einflußlinie der Strebe $\overline{3, 4}$ ermittelt und in der Abb. 5 eingetragen.

3. Einflußlinien der Querkräfte.

Abb. 1.

Bezeichnet man mit Q_B die Ordinaten der Einflußlinie der Querkraft B, mit $\mathfrak{M}_B$ und $\mathfrak{M}_c$ die der Einflußlinien der Momente des Bogenträgers in B und C sowie mit B die Ordinaten der Einflußlinie der Querkraft des frei aufliegenden Trägers BC, so erhält man:

für die belastete Oeffnung BC

$$Q_B = \frac{\mathfrak{M}_c - \mathfrak{M}_B}{l_2} + B,$$

für die unbelasteten Oeffnungen

$$Q_B = \frac{\mathfrak{M}_c - \mathfrak{M}_B}{l_2}.$$

Auf die gleiche Weise kann man die übrigen Einflußlinien der Querkräfte ermitteln.

4. Einflußlinien der Stützendrücke.

Die Ordinaten der Einflußlinie des Stützendruckes einer Stütze bestehen aus der Differenz der Ordinaten der Einflußlinien der Querkräfte für diese Stütze.

5. Einfluß der Temperatur.

Bezeichnet man mit

t_0 = Temperaturänderung,
α_0 = Dehnungsziffer für 1° C,
l = Stützweite des ganzen Trägers,

so beträgt bei freier Ausdehnung die Längenänderung $\Delta l = \alpha_0 \cdot t_0 \cdot l$.

Die Größe des Horizontalschubs H_t zur Vernichtung der Längenänderung Δl bestimmt man aus der Bedingung

$$H_t \cdot \Sigma \Delta g \cdot y'^2 = \Delta l,$$

daraus erhält man H_t.

Auf jeden Knotenpunkt des Trägers wirkt dann das Moment $H_t \cdot y'_n$.

III. Vollwandiger Bogen.

Der Bogen wird der Pfostenteilung entsprechend in Elemente von der Länge Δs geteilt. Man berechnet dann für jedes Element das mittlere Trägheitsmoment J des Querschnitts und das elastische Gewicht

$$\Delta g = \frac{\Delta s}{E \cdot J},$$

wobei E den Elastizitätsmodul des Materials bedeutet. Die elastischen Gewichte Δg, welche bei dem Fachwerkbogen auf die Knotenpunkte wirken, läßt man hier auf die Schwerpunkte der betreffenden Elemente Δs angreifen.

Die Ermittlung der Seilecke geschieht in der gleichen Weise wie beim Fachwerk.

Bei jedem Element des vollwandigen Bogens entsteht außer dem Moment auch eine Axialkraft. Für flache Bögen beträgt genau genug die wagrechte Verschiebung eines Elements aus der Axialkraft

$$H \cdot \frac{\Delta x}{EF}$$

und somit die Verschiebung des Auflagers

$$\Sigma H \cdot \frac{\Delta x}{E \cdot F},$$

wobei Δx die wagrechte Projektion und F die Querschnittsfläche des Elements Δs bedeutet.

Die gesamte Verschiebung des Auflagers A aus dem Moment und der Axialkraft und somit der Multiplikator der Einflußlinie des Horizontalschubs läßt sich dann aus

$$H\left(\Sigma \Delta g \cdot y'^2 + \Sigma \frac{\Delta x}{E \cdot F}\right) = 1$$

berechnen. Wir müssen also bei Bildung des Verwandlungsmaßstabes der Abb. 2 k anstatt

$$\frac{t_6}{4} = \frac{1}{t_2 \cdot t_4} \Sigma \Delta g \cdot y'^2 \text{ den Wert } \frac{t_6}{4} + \frac{1}{t_2 \cdot t_4} \Sigma \frac{\Delta x}{EF}$$

einsetzen.

Für die Berechnung des wagrechten Schubs aus der Temperatur erhalten wir dann die Gleichung

$$H_t = \frac{\alpha_0 \cdot t_0 \cdot l}{\Sigma \Delta g \cdot y'^2 + \Sigma \frac{\Delta x}{E \cdot F}}.$$

Der Bogen wird mit Hilfe der Einflußlinien der Momente in bezug auf die Kernpunkte der Querschnitte des Trägers gerechnet. Bekanntlich ist die Entfernung des Kernpunktes vom Schwerpunkt des Elements

$$k = \frac{J}{F \cdot e} = \frac{i^2}{e},$$

worin J und F das Trägheitsmoment und den Flächeninhalt des Querschnitts, e die Entfernung der äußersten Kante vom Schwerpunkt und $i = \sqrt{\frac{J}{F}}$ den Trägheitshalbmesser bezeichnen.

Jeder Querschnitt hat zwei Kernpunkte, einen für die obere und einen für die untere Kante. Wir brauchen also für jeden Querschnitt die Einflußlinien der Momente in bezug auf die zwei Kernpunkte, um die Beanspruchung der obern und untern Faser des Querschnitts zu ermitteln.

IV. Ermittlung der äußern Kräfte aus dem Eigengewicht.

Nachdem der Beweis erbracht wurde, daß die Stützenmomente keine wagrechte Verschiebung des starren Stabes hervorrufen, ist es möglich, die äußern Kräfte aus der Eigenlast folgendermaßen zu bestimmen:

Man ermittelt die Stützenmomente infolge der Eigenlast wie beim durchgehenden Balkenträger. Dabei begeht man keinen großen Fehler, wenn man die Kreuzlinien ermittelt wie für den durchgehenden Balkenträger mit konstantem Trägheitsmoment. Die Kraft $H : \cos\alpha$ auf dem starren Stab erhält man dann aus der Einflußlinie des Horizontalschubs, indem man den Inhalt derselben mit dem Gewicht für das laufende Meter des Trägers multipliziert und durch $\cos\alpha$ teilt.

Das gleiche Verfahren kann man auch auf jede unbewegliche Belastung des Trägers anwenden.

Studie über Feldwege.

Von M. Graevell, Kgl. Baurat in Breslau.

Bei der Herstellung von Bauausführungen, insbesondere größerer Verkehrsanlagen, werden öfter Feldwege (Wirtschaftswege, Interessentenwege) berührt, die dann eine Aenderung erfahren, wohl auch ganz verlegt oder eingezogen werden müssen. Wohl kommen auch bedeutende Feldwegsänderungen bei den Geschäften der Gemeinheitsteilung und Landumlegung vor. Diese Wegebauten sind aber meist einfacher Natur und ihre Entwürfe werden durch Spezialsachverständige der Generalkommissionen aufgestellt, so daß sie hier aus der Betrachtung wohl ausscheiden können. Die Verhältnisse der durch eine Bauausführung in Mitleidenschaft gezogenen Feldwege liegen nicht immer klar zutage, und zwar meistens in bezug auf ihren rechtlichen Zustand (Charakter) und auch auf die von ihnen zu befriedigenden Bedürfnisse. Es liegen dann in verschiedener Beziehung verschleierte Verhältnisse vor, die aus der zeitigen Sachlage des Weges nicht immer einwandsfrei erkannt werden können und die daher noch der Aufklärung bedürfen, um die erforderlichen Veränderungen auf sicherer rechtlicher Grundlage in technisch richtiger Weise ausführen zu können. Bei Aufstellung eines Bauentwurfs für eine einschneidende Veränderung eines Wirtschaftsweges ist es unter Umständen nicht so einfach, eine zweckentsprechende richtige Lösung zu finden, die den Anforderungen der Parteien, also der Wegeinteressenten, der Bauunternehmung und der zuständigen Behörden voll entspricht. In der Mehrzahl der Fälle wird es sich immer nur um einen Kompromiß widerstreitender Interessen handeln können, wie denn das Bauen überhaupt nur als eine Kette von Kompromissen anzusehen ist. Es liegt auf der Hand, daß die Interessenten vor Aufstellung der Wegeentwürfe gehört, daß ihnen dieselben tunlichst bekanntgegeben werden und sie sich zu denselben äußern können. Es ist den Interessenten ferner noch Gelegenheit geboten, bei der landespolizeilichen Prüfung ev. auch noch im Planfeststellungsverfahren — infolge einer etwa notwendig werdenden Enteignung des Grund und Bodens — Stellung zu nehmen. Aber selbst dann ist es nicht ganz leicht, das Richtige zu treffen. Es ist für die Interessenten, selbst für die begabtern, öfter schwierig, sich in die technischen Darstellungen hineinzudenken, dieselben mit richtigem Verständnis zu lesen und ihre Tragweite genügend zu beurteilen. Allerdings kann auch ein volles Verständnis für die technischen Formen und Normen nicht immer vorausgesetzt werden. Es pflegt dann häufiger vorzukommen, daß sich die Interessenten unter Zuhilfenahme ihrer Phantasie ein falsches Bild der geplanten Anordnungen zurecht machen, das ihren Wünschen, nicht aber der Wirklichkeit entspricht. Daher oft die großen Enttäuschungen, wenn die neue bauliche Anlage wirklich in die Erscheinung tritt. Das haben wir uns ganz anders vorgestellt oder, es ist so schwierig, sich aus den Plänen zurechtzufinden und was dergleichen Redensarten mehr sind, lauten dann die stereotypen Antworten. Leider ist dann zum Schaden beider Parteien oft eine durchgreifende Aenderung überhaupt nicht mehr oder doch nur mit großen Kosten und Weiterungen zu bewirken. Es werden aber auch von den Interessenten in Wahrung ihrer vermeintlichen Rechte nicht bloß aus gewöhnlicher Uebertreibungssucht — um wenigstens etwas zu erhalten — sondern aus Mangel an technischem Verständnis häufig übertriebene, mitunter geradezu maßlose Forderungen erhoben, bei deren berechtigter Nichterfüllung fast stets große Verstimmung eintritt, welche sich in den bekannten Klagen über Vergewaltigung, Sparsucht usw. von seiten der Unternehmung bzw. Behörden Luft zu machen pflegt. Dem entwerfenden Techniker — namentlich dem erst jungen Praktiker — fehlen andrerseits aber manchmal auch eine ausreichende Kenntnis der örtlichen Verhältnisse sowie der Anforderungen, welche in landwirtschaftlicher und verkehrlicher Beziehung an solche Wegeanlagen zu stellen sind. Aus diesen Gründen dürfte es vielleicht nicht unangebracht sein, einiges über diese besondern Wegeanlagen zu bringen und allgemeine technische Normen für deren Ausgestaltung aufzustellen, damit auch

weniger in dieser Materie Bewanderte und technisch weniger Geschulte in die Lage versetzt werden, sich bei praktischen Vorkommnissen ein angemessenes Urteil selbst bilden zu können. Den Untersuchungen für diese Abhandlung sind als dem Verfasser letzter Zeit besonders nahestehend in erster Linie schlesische Verhältnisse zugrunde gelegt. Dieser Landstrich eignet sich insofern gut zu einer Verallgemeinerung, als er mit ausgedehnten Gebieten in der Niederung, im Hügelland und im Gebirge belegen ist, große Gebiete hochentwickelter Industrie und reiner Landwirtschaft enthält und die verschiedensten Stufen der Kultur und Wohlhabenheit aufweist.

Wie der Name schon besagt, sind die Feldwege (Wirtschaftswege) dem Verkehr nach und von dem Felde gewidmet, und zwar für einen oder mehrere Besitzer bzw. eine größere Gruppe von Interessenten, weswegen sie auch Interessentenwege benannt werden. Sie stehen aber vorwiegend im Dienste der Landeskultur und der ihr zugehörigen und verwandten Erwerbszweige. Die Feldwege sind somit Privatwege. Ihre Unterhaltung liegt, falls nicht besondere Abmachungen vorliegen, den Eigentümern bzw. Interessenten ob. Für den Verkehr auf den Feldwegen ist nicht die Wegepolizei, sondern in Eventualfällen nur die Sicherheitspolizei zuständig. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, daß ein Feldweg in gewissem Sinne auch noch einen bedingt öffentlichen Charakter besitzt, wie dies beispielsweise bei den sogenannten Kirch-, Schul-, Toten-, Grenz- usw. Wegen häufiger der Fall ist, die dann gleichzeitig zwei ganz getrennten Bestimmungen dienen und danach jedem Zwecke gemäß besonders behandelt werden müssen. Auf Grundlage der Angaben der Katastervermessung wird häufiger einem Feld-(Interessenten-)Weg ein öffentlicher Charakter beigemessen. Es finden sich selbst in von Behörden aufgestellten Plänen mitunter Bezeichnungen, wie z. B. „Oeffentlicher Feldweg" usw., welche begreiflicherweise unrichtig sind. Das Kataster ist an und für sich nicht beweiskräftig für den öffentlichen Charakter eines Weges. Es liegt der oben erwähnten falschen Auffassung anscheinend die irrtümliche Verwechslung von Oeffentlichkeit und Grundsteuerfreiheit zugrunde.

Die anerkannten Kunststraßen (Chausseen), die kunststraßenmäßig ausgebauten öffentliche Wege und die sogenannten Verbindungs- (Kommunikations-) Wege, also alle öffentlichen Wege, sind inbetreff ihrer baulichen Anlage, der Ordnung ihres Verkehrs sowie der Unterhaltungsweise mehr oder weniger reglementiert. Für die Feldwege fehlen derartige Bestimmungen. Abgesehen von notwendigen polizeilichen Schutzmaßregeln sind unfreiwillige Maßnahmen nur durch die ordentlichen Gerichte im Prozeßwege erzwingbar.

Die Beschaffenheit der Feldwege ist natürlicherweise je nach Zweck, Gegend und geschichtlicher Entwicklung eine sehr verschiedene, da ja, wie weiter oben schon dargelegt worden ist, im allgemeinen keine Normativbestimmungen vorliegen und keine behördliche Aufsicht ausgeübt werden kann. Es sind also der allgemein ortsübliche Gebrauch, die zeitigen Anschauungen gewisser Kreise oder die Anordnungen der Auseinandersetzungs- und Gemeinheitsteilungs-Behörden für die Ausgestaltung der Feldwege im allgemeinen wohl maßgebend gewesen. Mit fortschreitender Kultur haben sich aber auch für die Feldwege gewohnheitsmäßig gewisse Normen ausgebildet, die mehr und mehr allgemein zur Anwendung gekommen sind und die daher, da sie den zeitgemäßen Bedürfnissen des landwirtschaftlichen Betriebes und des allgemeinen Verkehrs entsprechen, für Veränderungen und Neuanlagen besonders in Betracht kommen dürften.

Die Breite der Feldwege ist begreiflicherweise sehr verschieden. Je schlechter die Bodenverhältnisse und je niedriger der Kulturstand, um so breiter pflegen in der Regel die Feldwege zu sein. Bei entgegengesetzten Verhältnissen begnügt man sich mitunter mit einem einspurigen Feldweg und läßt lieber ein Ausweichen nicht allzuhäufig sich begegnender Wagen über die anliegenden Grundstücke zu, als daß man eine große, als Feld besser auszunutzende Wegestrecke den größten Teil des Jahres über brach liegen läßt. Die Breitenabmessungen der vorhandenen ältern Feldwege, die meistens ihr Bestehen schon einer langen Vorzeit verdanken, sind auf das frühere Fußmaß bzw. dessen Feldmaß, die Rute, gegründet. Die gangbaren Abmessungen betragen gewöhnlich 0,5 (1,88 ^{m}), 1,0 (3,77 ^{m}), 1,5 (5,65 ^{m}) und 2,0 (7,53 ^{m}) Ruten. Sie gehen indessen in den Bestimmungen der Rezesse bis zu 10 Ruten (37,66 ^{m}), wobei in diesem außerordentlichen Falle zweifellos Viehtriften mit einbezogen sind. Für Neuanlagen und Umbauten bedient man sich jetzt natürlicherweise eines abgerundeten Metermaßes. Die Breite gewöhnlichen Landfuhrwerks beträgt 1,7 bis 2 ^{m}, die größte Ladebreite etwa bis 3 ^{m}. Die Breite eines einspurigen Feldweges darf daher, mit der Erfahrung übereinstimmend, keinesfalls unter 2 ^{m} betragen. Für Schlepp- und Waldwege sind vielfach 2,5 ^{m} im Gebrauch. Als normales Breitenmaß werden aber für eine Wagenspur im allgemeinen 3 ^{m} anzusehen sein, wo bei breitestbeladenen Wagen eine Beeinträchtigung der anliegenden Grundstücke bei sorgfältiger Leitung nicht mehr zu erwarten ist. Eine Breite von 4 ^{m}, die auch häufiger angetroffen wird, ist da am Platze, wo schlechter Untergrund vorhanden oder noch beachtenswerter Fußgängerverkehr stattfindet sowie in starken Kurven. Auf der Breite von 3 und 4 ^{m} können auch noch die größten landwirtschaftlichen Maschinen ev. in sogenannter Langstellung ohne Hinderung verkehren. Unter Langstellung ist im Gegensatz zu ihrem gebrauchsfertigen Zustand (Breitstellung) derjenige Zustand zu verstehen, in den sie mittels Schwenkachsen gebracht werden, um die Breite eines gewöhnlichen Wagens zu erlangen. Sie vermögen dann das Chausseenetz des Landes ohne Störung des übrigen Verkehrs zu befahren. Für dasselbe gelten nämlich bekanntermaßen in bezug auf die zulässige Ladebreite der Fahrzeuge einschränkende Bestimmungen, z. B. in Altpreußen, daß nur eine größte Ladebreite von rd. 2,8 ^{m} (9') — gewöhnlich stillschweigend toleriert auf 3 ^{m} — noch gestattet ist. Dementsprechend müssen also auch die landwirtschaftlichen Maschinen gebaut sein. Wesentlich breiter ist unter Umständen aber der sogenannte gebrauchsfähige Zustand (Breitstellung) dieser Maschinen, in welchem sie auf dem Felde zu arbeiten bestimmt sind. Große Drill-, Hack- und Düngerstreu-Maschinen haben gewöhnlich bis 4 ^{m} Breite; neuerdings wird aber schon bis über 5 ^{m} gegangen. Falls es also nötig ist, daß diese Maschinen in betriebsfertigem Zustande die Feldwege passieren müssen, so wäre je nach den örtlichen Verhältnissen eine Breite von etwa 4,5 bis 6 ^{m} angezeigt. Solche Fälle können eintreten, wenn durch eine bauliche Anlage große Wirtschaftsschläge getrennt werden, oder der landwirtschaftliche Betrieb einen unmittelbaren Arbeitsübergang nach andern Schlägen vermittels des in Frage kommenden Feldweges fordert. Andernfalls würden Entschädigungsansprüche wegen Wirtschaftserschwernis begründet sein. Bei einer Anzahl neuerer Kleinbahnen sind die Privatübergänge für landwirtschaftlichen Betrieb auf besondern Wunsch der Grundbesitzer mit 4,5 ^{m} nutzbarer Breite angelegt worden. Bei den Feldwegen wird auf den besondern Verkehr schwerer landwirtschaftlicher Maschinen meist keine weitere Rücksicht genommen. Bei geschlossenen Gutskomplexen fahren die schwersten landwirtschaftlichen Maschinen, Lokomobilen und Dampfpflüge in der Regel einfach auf dem blanken Acker. Können vier Pferde diese Last nicht bewältigen, so werden sechs oder acht Ochsen genommen. Ist der Acker eingeregnet, so daß dem Transport Schwierigkeiten entstehen, so wartet man gewöhnlich mit dem Dreschen und Pflügen. Für die

Acker- und Dreschmaschinen sind also dann besondere Wege überhaupt nicht erforderlich.

Es kommt nun mitunter noch in Frage, bis zu welcher äußersten Grenze ein nur einspuriger Weg noch zulässig ist, ohne wesentliche Verkehrserschwernisse für die Besitzer der durch ihn zugänglich gemachten Ländereien zu veranlassen. Die Lösung dieser Frage ist nicht ganz einfach. Sie wird zweckmäßig auch nur nach eingehender Prüfung der jeweiligen besondern örtlichen Verhältnisse in befriedigender Weise gefunden werden können. Um jedoch einen ungefähren Anhalt zu geben, der für Ueberschläge und generelle Entwurfsbearbeitungen vielleicht von Nutzen sein kann, sei kurz folgendes erwähnt: Für klein parzellierte Fluren kann man für mittlere Verhältnisse wohl annehmen, daß ein einspuriger Feldweg noch für etwa sechs bis zehn Besitzer mit Zugvieh und 30 bis 50 ^{ha} Landfläche ausreichen dürfte. Sollte jedoch eine sehr lange Zufuhrstrecke vorliegen, so ist die Herstellung von Ausweichen angezeigt. Für mittelgroßen Grundbesitz sind etwa drei bis fünf Eigentümer (von je 8 bis 12 ^{ha}) oder auch 30 bis 50 ^{ha} zu rechnen. Für Großgrundbesitz, wo das aufzuschließende Feld nur in einer Hand sich befindet, kommen etwa 45 bis 75 ^{ha} in Betracht. Befindet sich der Acker zu beiden Seiten des Weges, so können etwa 75 bis 100 ^{ha} noch bequem bewirtschaftet werden. Besitzer mit mehr als 25 ^{ha}, die also mehrere Gespanne halten müssen und welche einen gemeinschaftlichen Weg besitzen, müssen einen zweispurigen Weg haben. Die Mehrzahl der Feldwege sind überwiegend einspurige. In manchen Gegenden — namentlich im Gebirge — sind zweispurige Feldwege oft unbekannt. Es scheint also die Anlage von ein- bzw. zweispurigen Feldwegen im allgemeinen auf üblicher Gewohnheitsentwicklung in den betreffenden Gegenden zu beruhen.

Liegt ein einspuriger Feldweg auf längere Erstreckung im Auf- oder Abtrag, ist er unübersichtlich und ist auf regern Verkehr zu rechnen, ist also die Möglichkeit vorhanden, daß auf ihm zwei Wagen zusammentreffen können, so erscheint es geboten, den Weg auf dieser Strecke zweispurig anzulegen.

Wir kommen damit zur Besprechung der zweispurigen Wege. Es herrscht fast Uebereinstimmung bei den Sachverständigen, daß für die Breite dieser Feldwege unter gewöhnlichen Verhältnissen, wo die beladenen Erntewagen in der Regel nur in einer Richtung verkehren, das Maß von 5 ^{m} vollständig ausreicht. Diese Breite ist auch für den Transport größerer landwirtschaftlicher Maschinen in betriebsfertigem Zustand mit seltenen Ausnahmen — natürlicherweise unter Sperrung des Weges für entgegenkommende Fuhrwerke — noch als genügend anzusehen. Sollen sich indessen zwei voll beladene Erntewagen jederzeit auf dem Wege ausweichen können, so muß dessen Breite 6 ^{m} betragen. Die hochliegende Ladung würde dann noch eine Kleinigkeit die Wegeränder überragen, was aber unbedenklich erscheint. Besitzt der Feldweg keine Gräben- oder Baumeinfassung oder sonstige Einfriedigung, so daß er bis zu seinem Rand unbedenklich befahren werden kann, so ist es bei geschickter Lenkung auch auf einem 5 ^{m} breiten Feldwege zwei beladenen Erntewagen noch möglich, aneinander vorbeizukommen. Die hochliegende Ladung würde dann beiderseits noch um etwa 60 bis 70 ^{cm} über den Wegerand hinausragen. Liegt ein zweispuriger Feldweg im Auftrage, so ist es aus Sicherheitsgründen geraten, auch hier die Wegebreite nicht unter 6 ^{m} zu nehmen. Bei den im vorigen gegebenen Breitenmaßen ist immer nur die nutzbare Breite des Weges zu verstehen, also ohne Bäume, Prellsteine, Gräben usw. Für Viehtriften sind von alters her, wo das Gelände keinen hohen Wert hatte, oft enorme Breiten vorgesehen. Eine solche von etwa 10 bis 12 ^{m} dürfte für die heutigen Verhältnisse aber vollauf genügen. Als knappste zur Not noch angängige Breite würden 5 ^{m} anzusehen sein. Es empfiehlt sich jedoch, wenn irgend möglich, nicht unter 7 bis 8 ^{m} herunterzugehen.

Von den nicht technisch vorgebildeten Wegeinteressenten sind die Fragen, betreffend die erforderlichen Breitenmaße für die Feldwege noch einigermaßen richtig zu beurteilen, soweit erstern eine objektive Anschauung verblieben ist. Schon schwieriger werden die Fragen, betreffend die in den Wegen anzuwendenden Kurven, zumal es sich gerade in den kritischen Fällen meist um die Anwendung kleinster noch zulässiger Krümmungshalbmesser handelt. Leicht drehbare Wagen mit kurzen Radständen geben zu Schwierigkeiten selten Anlaß. Auf den Gebirgsstraßen werden von Spezialfahrzeugen Kurven von 3 ^{m} Halbmesser noch anstandslos befahren. Gewöhnliches Landfuhrwerk pflegt einen Radstand von 2 bis 3 ^{m} bei 1,7 bis 2 ^{m} Breite und 2,5 bis 5 ^{m} Länge zu haben. Hierzu kommt noch die Bespannung von ungefähr 1,8 bis 3,2 ^{m} Länge. Wenn also nicht mit großen breit beladenen Leiter- und Erntewagen gefahren wird, so dürfte ein Krümmungshalbmesser von 5 ^{m} als Mindestmaß für gewöhnliche Fälle anzusehen sein. Die Erfahrung hat gelehrt, daß die Landwirte über Chausseeseitenbrücken noch auf einem Krümmungshalbmesser von 8 ^{m} mit großen Leiter- und Erntewagen (bis 12 ^{m} Länge einschl. Gespann) fahren können. Doch dürften, da die Landwirtschaft immer mehr unmündige und unzuverlässige Leute zu Lenkern dieser Fuhrwerke verwendet, 10 ^{m} wegen des leichtern Befahrens der Kurve als Mindesthalbmesser für diese Art Fahrzeuge — wenigstens für die längern Erntewagen — entschieden vorzuziehen sein. Die Ueberfahrten der Chausseegräben pflegen allgemein üblich mit 4 ^{m} Breite angelegt zu werden. Ein Krümmungshalbmesser von 10 ^{m} genügt aber nicht immer auch für große landwirtschaftliche Maschinen, wie Dampfpflüge, Lokomobilen usw. (bis 10 ^{m} Länge). Hierfür würden besser 12 bis 15 ^{m} zu rechnen sein. Letzterer Krümmungshalbmesser von 15 ^{m} wird allen Fällen sowohl für Feld- und Verbindungswege sowie für Zufuhr- und Ladestraßen mit Ausnahme der Transporte größerer Langhölzer gerecht. Mit diesem Halbmesser sind auf Veranlassung der Landespolizeibehörde die Zufuhrstraßen einer Reihe von Kleinbahnen, soweit es sich nicht um Langholztransporte handelt, zu allseitiger Zufriedenheit zur Ausführung gelangt.

Für Langholztransporte sind, wie schon bemerkt, stets große Krümmungshalbmesser erforderlich. Für deren Bemessung geben die theoretischen Formeln: $R = 2\,a$ und $B = 0{,}133\,R + d$ der Praxis gut entsprechende Anhalte. In der Formel bezeichnet R den Krümmungshalbmesser, B die Straßenbreite, a den Achsstand und d die Spurweite des Fuhrwerks. Es ist dabei vorausgesetzt, daß der größte in der Praxis noch erreichbare Ablenkungswinkel von Vorder- und Hintergestell des Wagens 30° betrage. Der Achsstand kann zu etwa $^2/_3$ der zu befördernden größten Stammlänge angenommen werden. Letztere beträgt gewöhnlich 14 bis 15 ^{m} und geht im allgemeinen bis 20 ^{m}. Stämme über 20 ^{m} sind selten. Ihre größte Länge dürfte höchstens 30 ^{m} betragen. Für Stämme von 15 und 20 ^{m} Länge gibt die Formel Halbmesser von 20 und 26 ^{m} und Breiten von 4,3 und 5,1 ^{m}, Resultate, die praktische Anwendung finden können. In der Tat muß sich aber die Praxis häufiger mit ungünstigern Verhältnissen, namentlich was die Wegebreiten betrifft, abfinden. Es erfordert dann der Langholztransport eine erfahrene geschickte Bedienung. Ein Krümmungshalbmesser von 18,5 ^{m} — nach dem hiesigen Provinzialwegereglement das kleinste noch zulässige Maß für Straßen zweiter Ordnung — dürfte aber als die unterste Grenze für Langholztransporte anzusehen sein. Die Forstverwaltungen sind meistens mit Radien von 20 bis 25 ^{m} zufriedengestellt. Halbmesser von 30 ^{m} — dem Minimalradius des hiesigen

Provinzialwegereglements für Straßen erster Ordnung — kommen nur da in Betracht, wo außergewöhnlich lange und schwere Stämme vorhanden sind oder wo eine besonders bequeme Abfuhr angezeigt ist. Ueber 30 m als Mindesthalbmesser hinauszugehen, ist unter normalen Verhältnissen nicht erforderlich.

Für einen ungehinderten Fuhrverkehr in engen Kurven ist es ein Bedürfnis, eine angemessene Erbreiterung der Wege und deren Fahrbahn eintreten zu lassen. Zweckmäßig wird diese Erbreiterung sichelförmig und nach innen angeordnet. Bei den Feldwegen findet man sie leider nur selten. Wo sie vorhanden ist, verdankt sie ihr Bestehen meist den Einwirkungen des Verkehrs selbst. Die Erbreiterung sollte unter gewöhnlichen Verhältnissen bei Feld- und Verbindungswegen schon bei Halbmessern von 20 m eintreten und nicht unter 0,50 m betragen. Bei Langholzverkehr wird sie zweckmäßig schon bei 30 m mit dem Minimalmaß einsetzen und sich bei Verminderung des Radius entsprechend vergrößern. Ihre Breite im Kurvenscheitel kann durch die vorher angegebene Formel angenähert ermittelt werden. Ein angemessener Sicherheitszuschlag ist aber noch angebracht. Da hier vom Langholzverkehr die Rede ist, so sei hier nebenbei noch erwähnt, daß bei einer Verladung desselben auf der Eisenbahn ein völliges Umwenden der Langholzfuhren nötig wird, wenn nur ein einseitiger Zufuhrweg nach der Verladestelle vorhanden ist, da eine Verwechslung der Zopf- und Stammenden erforderlich wird. Für ein Wenden, das natürlicherweise in diesen Fällen besondere Hilfeleistung erfordert, reicht bei den gewöhnlich vorkommenden Stammlängen noch ein Wendeplatz von 18 m Durchmesser aus, wobei aber noch genügend freier Spielraum für die überstehenden Stammenden vorhanden sein muß. Hierzu kann gegebenenfalls mit Vorteil das Bahnplanum herangezogen werden.

Die Feldwege liegen für gewöhnlich in Höhe des Geländes, künstliche Aufträge und Einschnitte kommen nur äußerst selten vor. Höhenunterschiede gegen das anliegende Gelände sind daher meist Folge des Vorkommens natürlicher Geländefalten oder von Höhenkämmen. Die Neigung der Feldwege entspricht also im großen und ganzen derjenigen des Geländes. Dieselbe ist natürlicherweise je nach der orographischen Gestaltung der Gegend ungemein verschieden. In orographischer Beziehung teilt man jedoch die Erdoberfläche gewöhnlich in drei große Hauptstufen: das Flachland (die Niederung), das Hügelland und das Gebirgsland. Bei letzterer Stufe pflegt man wohl noch besonders das Hochgebirge abzutrennen. Selbstredend ist keine scharfe Stufengrenze vorhanden. Es gehen vielmehr die einzelnen Stufen meist allmählich ineinander über. Eine gewisse merkbare Scheidung und eine gewisse Trennungszone ist aber doch, wenn auch mehr oder weniger verschleiert, vorhanden. Das Flachland wird gewöhnlich als durch die Höhenlage von etwa 0 bis 200 m über N. N., das Hügelland durch eine solche von etwa 200 bis 500 m und das Gebirgsland durch eine solche von 500 m aufwärts begrenzt angenommen.

Die beiden äußern Hauptstufen haben in orographischer Hinsicht und den davon abhängigen oder beeinflußten Beziehungen ziemlich ausgesprochene charakteristische Eigenschaften, während die Mittelgruppe naturgemäß solche weniger deutlich erkennen läßt.

Das mittlere Gefälle des Geländes kann, um einen angenäherten Begriff zu geben, beispielsweise zu etwa rund 1 : 1000 (0,0010), dasjenige des Hügellandes zu 1 : 150 (0,0067) und dasjenige des Gebirgslandes zu 1 : 20 (0,0500) geschätzt werden. Diese Neigungsverhältnisse würden demnach der für den Fuhrwerksverkehr auf Feldwegen erforderlichen mittlern Zugleistung zugrunde zu legen sein. Der Widerstandskoeffizient der Fuhrwerke bei unbefestigten Erdwegen beträgt je nach der Beschaffenheit derselben 0,022 bis 0,200 ($^1/_{45}$ — $^1/_5$). Hierbei sind Mittelwerte für einen vorzüglichen Zustand 0,045 ($^1/_{22,2}$), für einen guten Zustand 0,080 ($^1/_{12,5}$) und für einen schlechten Zustand 0,160 ($^1/_{6,3}$). Wird der Widerstandskoeffizient einem recht guten Zustand entsprechend zu $^1/_{15}$ angenommen, so entspricht die normale Zugleistung eines mittelkräftigen Pferdes bei den vorerwähnten durchschnittlichen Geländesteigungen einer Lastförderung von etwa 23 Ztr. im Flachland, 21 Ztr. im Hügelland und 10 Ztr. im Gebirgsland. Für diese normalen Transportleistungen muß also der Fuhrverkehr in den betreffenden Gegenden eingerichtet sein. Für stärkere Steigungen kann jedoch erfahrungsgemäß, wenn die Steigung nicht eine bedeutende Länge erreicht, von dem Zugtiere zeitweilig etwa das Doppelte der normalen Zugkraft einschl. der Förderung des eignen Gewichts gefordert werden. Die Grenzen für die wirtschaftlich noch zulässigen Steigungsverhältnisse würden also da zu suchen sein, wo die vorgenannten Lasten noch zur Hälfte befördert werden können. Es kämen zur Bestimmung dieser Maximalsteigungsverhältnisse also Lasten in Betracht im Flachland von etwa 11,5 Ztr., im Hügelland von 10,5 Ztr. und im Gebirgsland von 5 Ztr. Diesen Lasten entsprechen Steigungen im Flachland von etwa 0,040 ($^1/_{25}$), im Hügelland von 0,50 ($^1/_{20}$) und im Gebirgsland von 0,094 ($^1/_{11}$). Sind die Wege in weniger gutem Zustande, beträgt beispielsweise der Widerstandskoeffizient 0,10 ($^1/_{10}$), der einem ziemlich guten Wegezustand entspricht, so stellen sich die kritischen Grenzpunkte der Steigungen im Flachland auf etwa 0,050 ($^1/_{20}$), im Hügelland auf 0,061 ($^1/_{16,3}$) und im Gebirgsland auf 0,100 ($^1/_{10}$). Bei einem schon recht schlechten Wegezustand mit dem Widerstandskoeffizienten 0,200 ($^1/_5$) betragen die betreffenden Steigungsgrenzen etwa 0,066 ($^1/_{15}$) bzw. 0,074 ($^1/_{13}$) und 0,110 ($^1/_9$). Die Mittelwerte aus den drei zuvor behandelten Wegezuständen ergeben nachstehende Steigungsverhältnisse als untere Grenze, und zwar für das Flachland 0,050 ($^1/_{20}$), für das Hügelland 0,061 ($^1/_{16,3}$) und für das Gebirgsland 0,100 ($^1/_{10}$).

Wird die Fahrbahn zwecks Verminderung der Zugkraft bzw. bei derselben Zugleistung zwecks Vergrößerung des Steigungsverhältnisses, mit einem geringen Steinpflaster oder einer dementsprechenden Chaussierung versehen, so ist diese an und für sich recht kostspielige Verbesserung von nicht sehr weitgehender Wirkung. Im Flachland würde eine Verminderung des Steigungsverhältnisses von nur etwa 17 %, im Hügelland von gar nur etwa 5 % eintreten, während im Gebirgsland eine nennenswerte Ermäßigung überhaupt nicht mehr erfolgt. Bei Ausführung einer Beschotterung der Fahrbahn stellen sich die Verhältnisse noch wesentlich ungünstiger. Aus den Ergebnissen dieser Berechnungen folgt die Lehre, daß je schlechter der allgemeine Zustand der Erdwege ist, um so stärker die Maximalsteigungsverhältnisse sein können, und daß die Unterschiede, die von der Beschaffenheit der Wege herrühren, sich um so mehr ausgleichen, je steiler das Gelände einer Gegend ist. Für ganz kurze Rampen können natürlicherweise noch wesentlich höhere Steigungen genommen werden. Es entspricht dann das größte noch zulässige Steigungsverhältnis dem um etwa ein Drittel vermehrten für längere Strecken noch üblichen. Diese auf theoretischem Wege gefundenen Ergebnisse stimmen ganz gut mit den Erfahrungen der Praxis überein. Bei größern zusammenhängenden Bezirken in der Niederung wäre für die Anwendung der Maximalsteigungen ev. noch in Betracht zu ziehen, daß in solchen Gegenden die Gespanne häufig kein Hintergeschirr haben und die Fahrzeuge nicht mit Hemmvorrichtungen versehen sind, so daß es unter Umständen gefährlich ist, steile Neigungen herunterzufahren. Diese Bedenken beziehen sich allerdings mehr auf Wege mit besteinter, also glatter Fahrbahn. Für bloße Erdwege dürfte der hohe Reibungskoeffizient der Fahrbahn schon eine gewisse Sicherheit bieten.

Werden Aenderungen an bestehenden Feldwegen nötig, oder sind Neuanlagen dieser Art erforderlich und kommen dabei künstliche Neigungen in Betracht, die sich aus Mangel an verfügbarem Raum oder in Rücksicht auf die Kosten den Maximalsteigungen anpassen müssen, so ist es oft recht schwierig, zwischen den Parteien und beteiligten Behörden ein allseits befriedigendes Einverständnis über die in Anwendung zu bringenden Neigungsverhältnisse herbeizuführen. Es ist nicht zu verkennen, daß die betreffenden Verhältnisse oft schwierig liegen, daß zwischen widerstreitenden Interessen verhandelt und eine tunlichste Einigung angestrebt werden muß und daß es nach Lage der Verhältnisse ohne gewisse Härten und Nachteile oft nicht abgehen kann. Letztere nach Möglichkeit zu mildern, dieselben erträglich zu machen und sie nach Billigkeit unter möglichster Berücksichtigung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit auf die Parteien zu verteilen, wird besonderes Bestreben sein müssen. Die Sachlage wird meist dadurch komplizierter Natur, daß den Wegeinteressenten bisher ein sehr alter, befahrener und daher in jeder Beziehung konsolidierter Weg zur Verfügung stand, der oft auch im Laufe der Zeit eine allmähliche Aufbesserung der Fahrbahn erfahren hat, während ihnen als Ersatz eine noch nicht genügend konsolidierte, unbefahrene Neuanlage, die auch meist noch starke Steigungsverhältnisse aufweist, überwiesen werden soll, deren Unterhaltung allerdings dauernd oder doch wenigstens für die nächste Zeit noch in den Händen der Unternehmung verbleibt. Der strenge rechtliche Standpunkt ist dabei der, daß den Wegeinteressenten wieder eine solche Wegeverbindung geschaffen werden muß, die der früher bestandenen mindestens gleichwertig sein soll, andernfalls würde eine angemessene Entschädigung für Wirtschaftserschwernisse zu gewähren sein. Man wird demgemäß auch ohne weiteres nicht stärkere Steigungen einlegen dürfen, wie sie der alte Weg unter ähnlichen Verhältnissen gehabt hat. Theoretisch ist dieser Gedankengang ganz einfach; aber er ist nicht immer so leicht in die Praxis zu übertragen. Will man für eine verstärkte Steigung keine Entschädigung gewähren, so kann unter Umständen ein angemessener Ausgleich in einer bessern Befestigung der Fahrbahn gefunden werden. Hierdurch und durch eine besonders sorgfältige Unterhaltung des Weges können auch die unvermeidbaren Mängel einer jeden Neuanlage einigermaßen behoben, mindestens aber stark gemildert werden. Andrerseits kann der Unternehmung auch nicht zugemutet werden, an Stelle eines bloßen, in vielfachen Fällen recht minderwertigen Erdweges eine gut angelegte, in der Fahrbahn mehr oder minder befestigte teuere Straße zu schaffen, bloß um die unvermeidbaren Schwierigkeiten einer Neuanlage bis zu ihrer ordnungsmäßigen Konsolidierung zu überwinden. Ein solcher Ausbau dürfte nicht mehr wirtschaftlich gerechtfertigt sein. Bei Veränderungen an öffentlichen Wegeanlagen muß sich der Wegeinteressent alle diese Weiterungen und Erschwernisse ohne Entschädigung gefallen lassen. Gewöhnlich bietet aber der bei diesen Veränderungen der Feldwege und der für das Unternehmen selbst etwa sonst noch erforderliche Grunderwerb die günstige Gelegenheit, diese Schwierigkeiten auf einfache Weise mit zu regeln. Nach Lage der Verhältnisse wird aber meist eine etwas bessere Ausgestaltung der neuen Wegeanlage nicht zu umgehen sein. Wenn es irgend möglich ist, wird es fast stets als in finanzieller Hinsicht zweckmäßig empfohlen werden können, wenn die Wegeinteressenten gegen Ueberweisung einer Abfindungssumme sich ihren Ersatzweg selbst herstellen.

Ueber die für eine Feldwegsanlage noch zulässigen größten Steigungsverhältnisse gehen, wie gesagt, oft die Ansichten der Interessenten und selbst auch mitunter die der Sachverständigen wesentlich auseinander. Zur nähern Illustrierung dieser Tatsache dürfte es vielleicht nicht ganz uninteressant sein, die Gesamtergebnisse einer großen Anzahl von Ansichten Sachverständiger in betreff der für die vorerwähnten drei Landhöhenstufen für längere Steigungen noch für zulässig zu erachtenden Neigungsverhältnisse hier mitzuteilen. Hiernach stellen sich letztere in ihren kleinsten, mittlern und größten Werten etwa folgendermaßen, und zwar für das:

A.	Flachland	1 : 54	1 : 27	1 : 10
	Hügelland	1 : 20	1 : 18	1 : 7
	Gebirgsland	1 : 15	1 : 13	1 : 6
für kurze Rampen im:				
B.	Flachland	1 : 28	1 : 17	1 : 5
	Hügelland	1 : 20	1 : 13	1 : 6
	Gebirgsland	1 : 15	1 : 9	1 : 5

Bei den Generalkommissionen bestehen feststehende Grundsätze, die bei Anlegung neuer Wirtschafts- oder Feldwege maßgebend sind, nicht. Hierzulande werden aber in der Regel als größte Steigungsverhältnisse auf größere Längen noch angewandt: im Flachland 7 % (1 : 14,3), im Hügelland 10 % (1 : 10) und im Gebirge 12 % (1 : 8,3). Für kurze Rampen können noch höhere Steigungen gestattet werden, die im Flachland 9 % (1 : 11,1) betragen dürfen.

Man muß aber die verschiedenen Meinungen nicht nur zählen, sondern auch wägen. Demgemäß würden unter Berücksichtigung der im vorhergehenden gemachten Ausführungen als gute runde Mittelwerte empfohlen werden können nachfolgende größten Steigungsverhältnisse im:

A. Flachland
- a) bei hoher Kultur 1 : 25—30
- b) bei niederer Kultur 1 : 20

Hügelland a) 1 : 20
b) 1 : 16

Gebirgsland 1 : 12

für kurze Rampen im:

B. Flachland 1 : 16
Hügelland 1 : 13
Gebirgsland 1 : 8.

Wege, welche lediglich der Abfuhr zu Tal dienen, können auch im Flach- und Hügelland Neigungen erhalten, die sich denen im Gebirgslande gebräuchlichen nähern. Die größte noch überhaupt zu befahrende Steigung dürfte bei 1 : 5 liegen.

Die Abwässerungsanlagen sind bei Feldwegen meist vollständig vernachlässigt. Eine Wölbung der Fahrbahn ist nur selten vorhanden. Seitengräben kommen nur ausnahmsweise vor, günstigstenfalls sind sie durch Wasserfurchen ersetzt. Baumanpflanzungen fehlen zumeist. In Gegenden mit ausgedehntem lohnenden Obstbau werden häufiger sogenannte Obstalleen angetroffen, die, wenn sie in zweckmäßiger Weise angelegt sind, einen nicht unwesentlichen wirtschaftlichen Nutzen versprechen. Wo das Land größern Wert besitzt und die Kultur eine höhere ist, liegt meistens die Neigung vor, die Feldwege zum Vorteil der anliegenden Felder in ihrer Breite auf das allernotwendigste zu beschränken. So sind mit zunehmender Kultur frühere breite Feldwege mit der Zeit in ganz schmale, gerade noch zu befahrende Streifen verwandelt worden.

Mit einer ordnungsmäßigen Unterhaltung der Feldwege, die gewöhnlich den Interessenten, also meist den Anliegern, obliegt, ist es im großen ganzen schlecht bestellt. Es wird vielfach nur das Allernotwendigste getan, um den Verkehr nicht stocken zu lassen. Die Erhaltung eines guten Zustandes ist insofern oft nicht gerade eine Sache von großer Wichtigkeit, weil die Fuhrwerke meist sowieso noch größere Entfernungen auf dem freien Felde zurückzulegen haben, also der Unterschied in der Transportleistung, wenn es sich nicht um lange Strecken bei den Feldwegen handelt, nicht so sehr ins Gewicht fällt. Man ist oft schon befriedigt, wenn die Fuhrwerke bei ungünstigen Untergrund- und schlechten Witterungs-

verhältnissen nicht stecken bleiben. Ein rationeller Wegeausbau dürfte, von einzelnen weitblickenden Kleinbesitzern abgesehen, nur in sehr rührigen Gemeinwesen oder bei gut geleitetem Großgrundbesitz zu erwarten sein.

Die Unterhaltung der Feldwege beschränkt sich meist auf das Ablassen des Wassers aus den ausgefahrenen Gleisen und Wasserlachen, der Anlage oder Räumung der dringend nötigsten Wasserfurchen und dem Verfüllen der Gleise und Löcher, seltener auf das Regulieren, Auffüllen und Auswölben der Fahrbahn. Der Gebrauch von sog. Wegehobeln und Walzen dürfte zu den Ausnahmen gehören. Von einer künstlichen Befestigung der Fahrbahn wird, falls es sich nicht um eine zu Lasten einer andern Bauunternehmung herzustellenden neuen Wegeanlage handelt, meistens kein Gebrauch gemacht. Zu solcher Befestigung werden mit Vorteil grober bindiger Kies — wo tiefsandiger Untergrund vorhanden ist, auch wohl Lehm oder Lehm und Kies — ferner Grand, Kohlenschlacke, Ziegel- und Steinbrocken, Steingrus, Schotter, Geschiebe usw. verwendet, je nachdem dieselben in der Nähe leicht und billig erhältlich sind. Bei Neuanlagen, insbesondere auf noch nicht völlig konsolidierten Schüttungen, ist eine Befestigung der Fahrbahn meist unerläßlich. Soll dieselbe haltbar und gut werden, so ist eine genügende Abwalzung, bei besonderer Beanspruchung durch den Verkehr und hoher Deckschicht am besten in zwei Lagen, angezeigt. Es kommt mitunter vor, daß der aufgebrachte Kies von sehr ungleicher Beschaffenheit ist, namentlich, daß sich in der Grundmasse größere Steine befinden. Wenn dieselben beim Aufbringen teilweise auch verdeckt zur Lagerung kommen, so pflegen sie doch durch den Verkehr allmählich wieder an die Oberfläche gebracht zu werden und sind dann dort oft sehr störend, insbesondere wenn Hornvieh zum Zuge benutzt wird, dessen Klauen sie schädlich sind. Es macht dann Weiterungen und Kosten, diese störenden Steine später wieder zu entfernen. Deswegen ist es jedenfalls besser, die Verwendung solchen Materials zu meiden, oder es wenigstens vorher einigermaßen von Steinen zu säubern. Sollen frisch aufgeschüttete Feldwege bald befahren werden, so hat sich zur schnellen Befestigung der Fahrbahn ein Belag mit Rasen öfters von Vorteil erwiesen. Bei der Anlage von Einschnitten ist selbstredend für eine ordnungsmäßige Entwässerung durch Seitengräben oder Wasserfurchen, bei beschränktem Raume auch wohl durch gepflasterte Rinnen, zu sorgen. Befürchtungen vor Schneeverwehungen geben manchmal zu Weiterungen und Entschädigungsansprüchen oder zur Uebernahme einer Räumungsverpflichtung Anlaß. Diese Fälle kommen bei Eisenbahnbauten mannigfach vor. Die Nähe eines Wärterpostens, eines Bahnhofes oder das Vorhandensein von Bahnunterhaltungsmannschaften erleichtert dann oft die Räumungspflicht. Findet auf den Feldwegen im Winter ein ausgedehnter Schlittenverkehr statt, der infolge Herstellung einer Verkehrs-, z. B. Eisenbahnanlage, eine längere Unterführung zu passieren hat, so wird dort die Schlittenbahn unterbrochen und der Verkehr dementsprechend gehindert werden. In diesem Falle wäre also Schnee in die Unterführung hineinzubringen, um den Verkehr aufrecht zu erhalten. Es würde also seitens der Unternehmung eine diesbezügliche Verpflichtung zu übernehmen oder eine Entschädigung für Bewirkung dieser Leistung bzw. für Beeinträchtigung des Verkehrs zu gewähren sein. Bei Neuanlagen von Feldwegen, insbesondere auf schlechtem Untergrund oder auf frisch geschütteten Dämmen bedarf es in der Uebergangszeit einer sehr sorgsamen Unterhaltung, wenn nicht berechtigte Klagen entstehen sollen. Daß gewisse Beeinträchtigungen des Fuhrbetriebs in der ersten Zeit selbst bei sorgsam ausgeführten Anlagen vorkommen, wird ohne weiteres zugestanden werden müssen. Es sollte also auch inbetreff einer etwaigen Befestigung der Fahrbahn nicht geknausert werden, zumal die hierbei ev. aufzuwendenden Kosten im Vergleich zu dem Hauptbauobjekt der Bauunternehmung gewöhnlich nur eine untergeordnete Bedeutung haben. Da indessen die Wegeinteressenten häufig doch mehr oder weniger einen mittelbaren oder unmittelbaren Nutzen an der zu Störung Veranlassung gegebenen Bauunternehmung haben und gewöhnlich auch die Forderungen des allgemeinen öffentlichen Wohles eine gewichtige Rolle dabei spielen, so wird es bei einigem Entgegenkommen und geschickter Behandlung der Interessenten meistens gelingen, die Anfangsschwierigkeiten — gewissermaßen die Kinderkrankheiten — die bei jeder Neuanlage unvermeidlich sind und die ja später verschwinden, auf gütlichem Wege zu überwinden.

In der vorstehenden Abhandlung war nicht beabsichtigt, grundlegende Lehren für den Ausbau von Feldwegen in landwirtschaftlicher und kultureller Hinsicht zu geben, sondern es sollten hauptsächlich den Bautechnikern, besonders denjenigen, die noch wenig mit diesem Gegenstande vertraut sind, einige derjenigen Gesichtspunkte kurz vorgeführt werden, welche bei Bauausführungen in dieser Angelegenheit häufiger in Betracht zu kommen pflegen und die eines gewissen allgemeinen Interesses daher nicht entbehren dürften.

Die Wasserkraftanlage La Brillane-Villeneuve an der Durance.

Mitgeteilt von Dr.-Ing. Adolf Ludin und Dipl.-Ing. Anton Hauck in Karlsruhe*).

Die Énergie Électrique du Littoral Méditerannéen, die im südöstlichen Frankreich ein ausgedehntes Kraftverteilungsnetz mit Marseille und Nizza als Hauptmittelpunkten betreibt, hat im Jahre 1909 eine große Wasserkraftanlage an der Durance, 100 km von Marseille entfernt, neu in Betrieb genommen, die wegen verschiedener Besonderheiten ein allgemeines Interesse beanspruchen darf.

Regime der Durance. Die Quellen der Durance liegen im Gletschergebiet der Dauphinischen Alpen in Höhen über 3000 ^{m}, bei Brillane hat der Fluß aber schon zahlreiche Zuflüsse aus niedrigern Lagen aufgenommen, und die Abflußbewegung zeigt daher eine Vermischung der Abflußbilder vom rein alpinen und vom Mittelgebirgsregime. Es ist nämlich neben einer stark ausgeprägten Niederwasserzeit des Winters auch eine gleichwertige im Sommer vorhanden. Die kleinste Niederwassermenge des 7853 qkm entwässernden Flusses ist 28 $^{cbm}/_{sek.}$, die größte Hochwassermenge 4000 $^{cbm}/_{sek.}$

Der Unterschied zwischen Nieder- und Hochwasser ist also außerordentlich groß, ein Punkt, der auf sehr ungleichmäßige Wasserführung und stürmische Hochwasserbewegung schließen läßt. Tatsächlich ist denn das ganze Durancegebiet landschaftlich durch eine auffallende Kahlheit der sehr schroffen Kalkhänge gekennzeichnet. Die Ueberlagerung mit durchlässigem Boden ist gering, und so kommt es, daß die im Sommer in außerordentlicher Heftigkeit, in dieser schon sehr südlichen Gegend, auftretenden Gewitterstürme häufige und jäh einsetzende Hochfluten bringen, die aber ebenso schnell wieder verlaufen und scharf ausgeprägtem Niederwasser Platz machen.

*) Die Unterlagen, Notizen und Photographien zu dieser Mitteilung sind vom zuerst genannten Verfasser auf einer Studienreise im Winter 1909/10 im Auftrage der Akademie des Bauwesens in Berlin gesammelt worden.

Abb. 1 zeigt die Dauerkurve der Wassermengen bei La Brillane. Man kann daraus entnehmen, daß die gewöhnliche Wassermenge (182tägige) 70 $^{cbm}/_{sek.}$ beträgt.

Die neue Wasserkraftanlage enthält 5 Turbinen von je 15 $^{cbm}/_{sek.}$ Schluckfähigkeit, von denen eine (vorläufig) als „Reserve" bezeichnet wird. Die Anlage erscheint danach nur auf 310tägige Wassermenge (60 $^{cbm}/_{sek.}$) ausgebaut, das ist im Vergleich mit vielen andern, neuern Anlagen, die meist auf 300 bis 180tägige Menge ausgebaut sind, etwas niedrig, es wird aber dadurch wirtschaftlich möglich gemacht, daß die Wasserkraftanlagen des Netzes sehr stark ausgenutzt werden, weil die Gesellschaft sehr große Dampfreserven in und um Marseille besitzt und neue in Auftrag gegeben hat, die den Saisonbedarf decken und außerdem noch das ganze Jahr hindurch auf die Spitzen arbeiten.

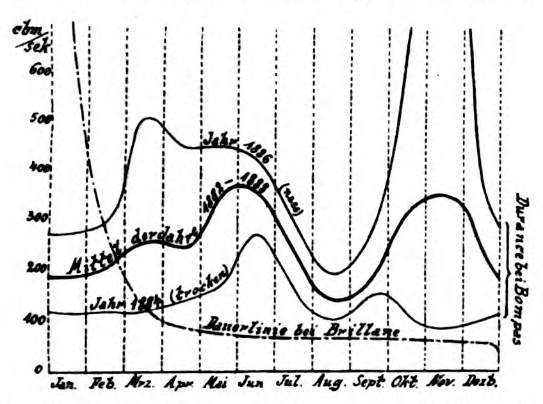


Abb. 1. *Regime der Durance. (Zum Teil nach Tavernier, zum Teil nach Mitteilungen des französischen Ackerbauministeriums.)*

Eine für Wasserkraftausnutzung besonders unangenehme Eigenschaft der Durance ist es, daß sie von den aus leicht verwitterndem Schieferkalk bestehenden Hängen bei jedem starken Regen bedeutende Schutt- und Sandmengen zugeführt erhält. Das starke Gefälle, noch bei Brillane etwa 3,5 $^0/_{00}$, trägt dazu bei, dem Flußlauf ein außer ordentlich verwildertes Aussehen zu geben; bei Niederwasser schlängelt sich der Fluß in vielfacher Verästelung zwischen ausgedehnten Kiesbänken dahin, die bei Anschwellungen starken Verlegungen unterworfen sind. Charakteristisch für diese Verhältnisse ist, daß der Fluß bei Brillane und weiter abwärts ein Wildbett von 1,2 km Breite einnimmt (vgl. Abb. 2 und 4).

Wasserfassung. Bei den geschilderten Abfluß- und Bodenverhältnissen bereitete die Frage der Wasserfassung die meisten Schwierigkeiten, und sie hat daher auch hier eine Lösung gefunden, die vollkommen neuartig und außerordentlich interessant ist.

Bei der großen Breite des Flußbettes und den ungünstigen Untergrundverhältnissen wäre die Anlage eines festen Wehres außerordentlich teuer gekommen. Man hat daher ganz davon abgesehen, ein solches zu errichten.

Das Einlaufbauwerk (Abb. 3 und 4)*) ist am rechten Ufer frei in den Fluß hineingestellt. Es hat V-förmigen

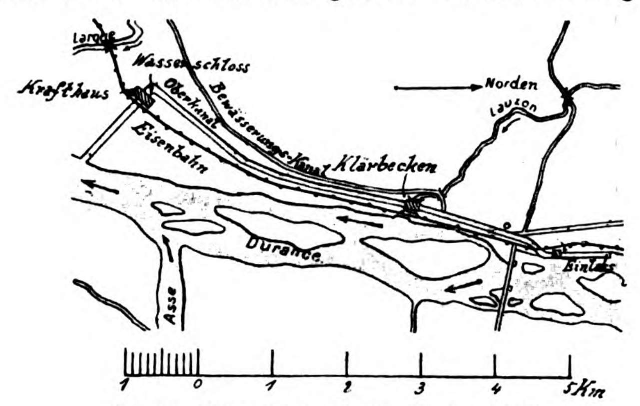


Abb. 2. *Uebersichtskarte des Werkes Brillane (nach Revue Electrique 1908).*

Grundriß und ist durch Pfeiler in vier Oeffnungen von 10 ^{m} Breite eingeteilt, die durch, der Höhe nach geteilte, Hubschützen von 2·1 ^{m} Höhe abgeschlossen werden können. Die Schwelle des Bauwerks liegt auf Höhe der Flußsohle.

Bei Niederwasser sind die Schützen gehoben, und das Wasser tritt unter entsprechendem Gefälleverlust, bis zu 1 m, in den anschließenden Vorkanal ein. Da es natürlich nicht möglich ist, auf diese Art die ganze Zuflußmenge in den Kanal zu bekommen, so hilft man sich dadurch, daß man einen niedrigen, ganz leicht angelegten Damm aus Faschinen in die nur schmale Niederwasserrinne einbaut. Dieser Damm wird bei Anschwellungen jeweilig wieder mitgenommen und vor jeder Niederwasserperiode neu errichtet.

Bei Hochwasser läßt man die Schützen Stück für Stück herunter, um eine einigermaßen das Eintreten von

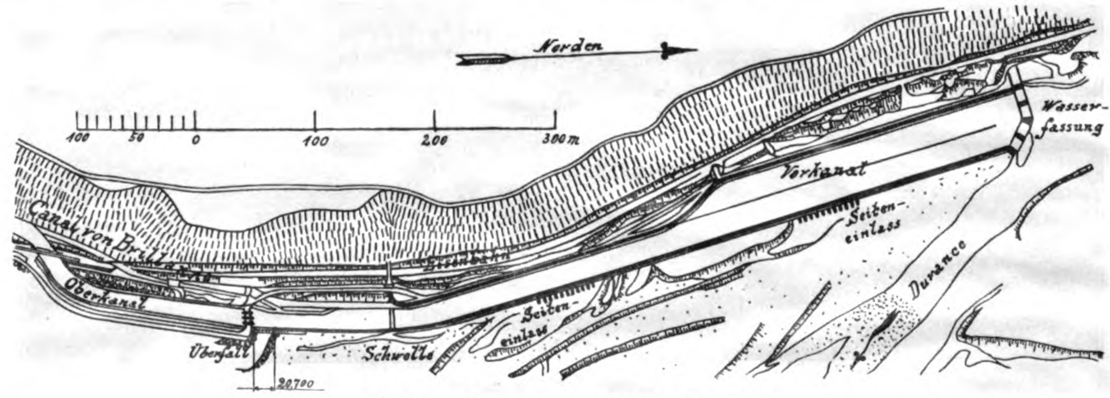


Abb. 3. *Lageplan der Wasserfassung.*

Geschieben verhindernde Schwelle zu erhalten. Trotzdem treten natürlich bedeutende Mengen, auch groben Geschiebes in den Vorkanal ein. Um diese vom anschließenden Triebwerkskanal fernzuhalten, wo ihre Beseitigung zeitraubend und kostspielig wäre, ist der Vorkanal (Abb. 3)

Allgemeine Anordnung der Wasserkraftanlage. Das Wasser wird in der Nähe der Bahnstation Brillane-Villeneuve gefaßt und in einem 8 ^{km} langen, fast ganz im Einschnitt liegenden Oberkanal dem Wasserschloß, drei Viertelstunden oberhalb der Bahnstation Volx, zugeführt, von wo es mit 22 ^{m} Nutzgefälle durch die Turbinen des Kraftwerkes geht, um in einem ca. 800 ^{m} langen Unterkanal wieder in die Durance zurückzufließen (Abb. 2).

*) Die Abbildungen 4, 6, 7 sind nach Aufnahmen von Herrn Perrin in Sisteron, Spezialphotograph für Bauaufnahmen, hergestellt, dessen hochinteressante Auswahl den Fachgenossen hiermit zur Ansicht empfohlen sei.

in 40^{m} Breite und 250^{m} Länge als Ablagerungsbecken ausgebildet. Die Wirkung dieses Beckens wird durch zwei Schwellen erhöht, die man quer zu ihm in gleichen Abständen hintereinander durch Einlegen von großen Betonblöcken geschaffen hat.

Um die hier bei hohen Wasserständen abgelegten groben Geschiebe in möglichst wirtschaftlicher Weise zu entfernen, hat man eine sehr leistungsfähige ständige **Baggeranlage** eingerichtet: Auf den beiden Wangenmauern des Vorkanals und einer in seiner Achse auf Pfeilern in Eisenbetonbauweise angelegten Mittelmauer sind Laufschienen verlegt, auf denen zwei Laufbrücken (Abb. 5) mit elektrischem Antrieb hin und her bewegt werden können, die ihrerseits wieder einen elektrisch betriebenen Eimerbagger abwechselnd aufnehmen können.

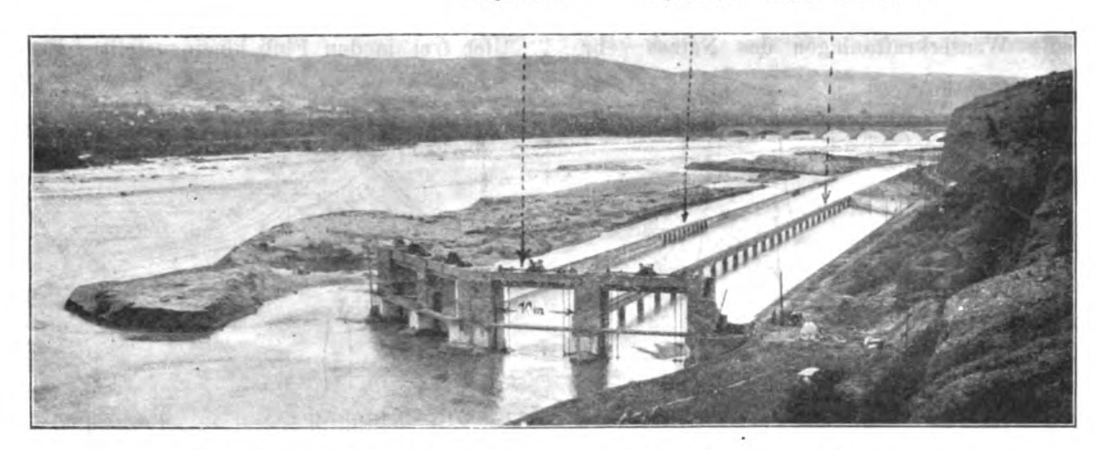


Abb. 4. *Blick auf die Wasserfassung vom rechten Ufer flußabwärts gesehen.*

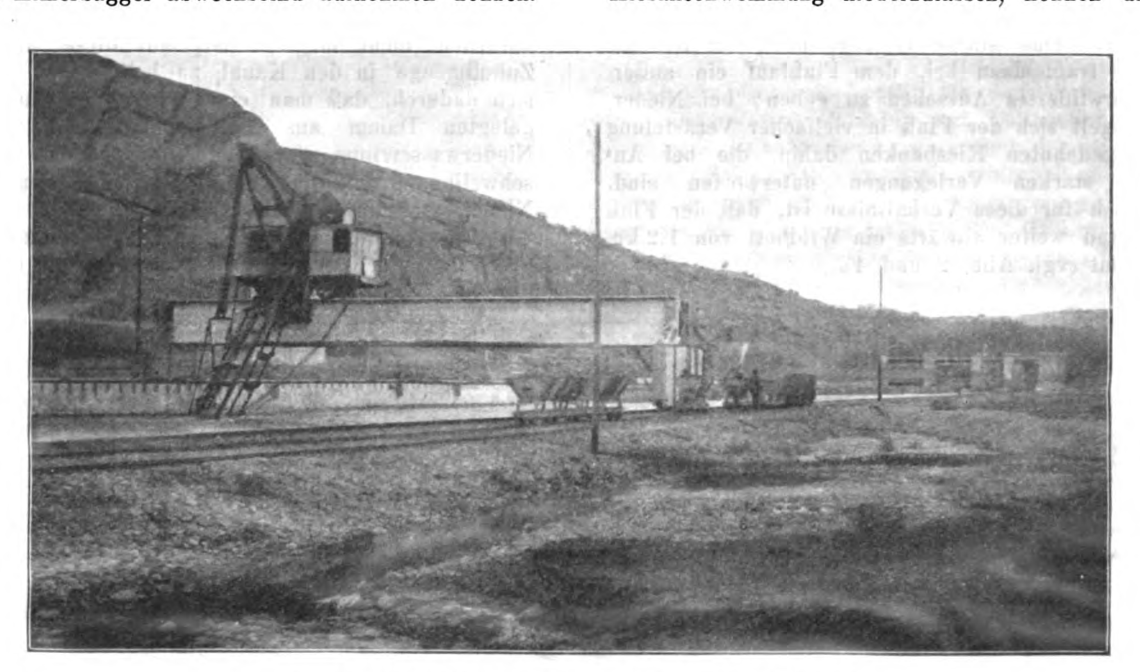


Abb. 5. *Elektrisch betriebener Kiesbagger im Vorkanal.*

Dieser wirft das Material auf das über jede Laufbrücke gespannte Förderband, von wo es durch Fülltrichter in Rollwagen geschüttet wird, die eine bequeme Verkarrung in die Sandbänke am Kanalufer gestatten. Der elektrische Strom für den Betrieb des Baggers und der Laufbrücken wird von dem Hauptnetz der Gesellschaft hergeleitet.

Diese Baggereinrichtung erlaubt in vorteilhaftester Weise das ganze Vorbecken zu bestreichen. Der Bagger leistet je nach der Höhe der Kiesablagerung in zehn Arbeitsstunden 70—160 cbm, er wird durch einen 20 P.S.-Motor angetrieben. Zu seiner Bedienung und zum Betrieb der Materialrollbahn sind zehn bis zwölf Mann und vier Pferde erforderlich, dies aber nur während einiger Monate in den beiden Anschwellungsperioden und kurz darauf. Es ist klar, daß die laufenden Kosten dieses Baggerbetriebs wesentlich geringer sind als die Verzinsung, die eine feste Wehranlage unter den gegebenen Umständen erfordert hätte.

Die flußseitige Längsmauer des Vorbeckens ist an drei Stellen in Pfeiler aufgelöst, deren Zwischenräume für gewöhnlich durch Dammbalken verschlossen sind. Bei höhern Wasserständen, wo es erwünscht ist, die beiden Schützen an den Einlauföffnungen zur Zurückhaltung der Kiesanschwemmung niederzulassen, können diese Dammbalken teilweise entfernt werden, so daß das Wasser auch durch die Mauer hereintritt, was dazu beiträgt, die Einströmung allenthalben ruhiger zu machen und das Eintreiben von grobem Geschiebe mehr hintanzuhalten. Bei größern Hochwassern wird außerdem die Trennungsmauer in ganzer Länge um 20 cm überströmt; sie bildet dann eine einzige lange Einlaufschwelle, über die das Wasser ruhig und nur mit der obersten, wenig Geschiebe enthaltenden Schicht einfällt.

Die Einlauföffnungen in der Längsmauer können außerdem dann noch sehr nützlich werden, wenn zufällig einmal die obern Einlaßschleusen durch die wandernden Kiesbänke zu stark verlegt sind; sie werden dann auch bei Niederwasser geöffnet und dienen als Noteinläufe.

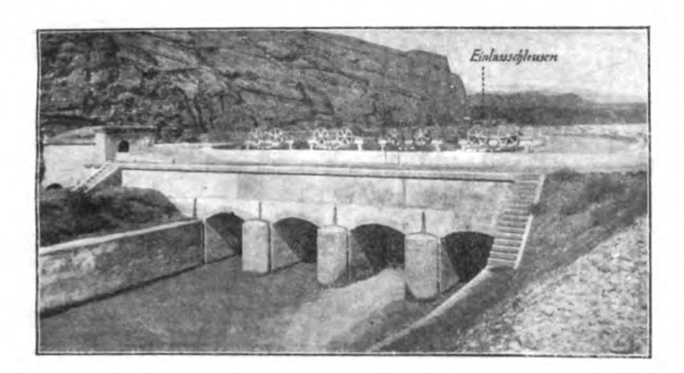


Abb. 6. *Reguliereinlaß zum Oberkanal.*

Oberkanal. Hinter dem eigentlichen Reinigungsbecken ist der Vorkanal auf etwa 10 ^{m} Breite zusammengezogen, hier ist als Entlastungsüberfall eine Scharte von ungefähr 20 m Länge in der Trennungsmauer angelegt, und dann folgt das eigentliche Regulier- und Abschlußwerk mit vier durch Zahnradgetriebe zu betätigenden eisernen Schützen (Abb. 6), das ganz in Stampfbeton erstellt ist und zugleich eine kleine Straßenbrücke bildet.

Der Oberkanal hat auf seiner ganzen Länge, 8 km, durchweg denselben Wasserquerschnitt: 10 m mittlere Breite und 3 m Wassertiefe.

Zunächst hinter dem Reguliereinlaß ist der Kanal auf etwa 2 km Länge hart in die das Durancetal am rechten Ufer begleitenden Nagelfluhbänke eingeschnitten.

Weiter abwärts flacht sich das Gelände mehr ab, und der Kanalspiegel nähert sich immer mehr der Geländehöhe, bis schließlich etwa in den letzten 2 km seiner Länge Dammschüttungen zur Einfassung ausgeführt werden mußten. Die Kanalsohle bleibt jedoch durchweg im Einschnitt. Der benetzte Querschnitt bei voller Beaufschlagung der vorläufig die „normale Leistungsfähigkeit" bezeichnenden vier Turbinen (60 $^{cbm}/_{sek.}$) hat daher eine Strömungsgeschwindigkeit von 2 $^{m}/_{sek.}$, dementsprechend ist die Kanalsohle mit 0,35 $^{0}/_{00}$ Gefälle angelegt. In Anbetracht des starken natürlichen Gefälles der Durance selbst ist die Wahl dieses, für einen so großen Kanal starken Gefälleverlustes verständlich.

Die Form des Kanalquerschnittes ist je nach der Geländelage verschieden. In den obern etwa 3 km vom Regulierbauwerk ab, wo der Kanal mit stellenweise 8—10 ^{m} Höhen im Einschnitt an die das Durancetal rechts begleitenden Nagelfluhbänke hingedrängt, außerdem noch durch die Bahnlinie Grenoble-Marseille beengt ist, sind die Kanalwände anfänglich nahezu senkrecht gehalten. Futtermauern aus Stampfbeton in etwa 50 ^{cm} Stärke sind hier dem standfähigen, aber naturgemäß bröckligen Felsen vorgelegt.

Im weitern Verlauf dieser ersten 3 km wird dann die linke flußseitige, jetzt durch einen Damm gebildete Kanalböschung in Neigung 1 : 1 übergeführt, während die rechte landseitige, immer noch im Einschnitt liegende, senkrecht bleibt. Erst weiter abwärts im offenen Gelände ist ein rein trapezförmiger Querschnitt mit beiderseits 1 : 1 geböschten Wänden auch im Kiesboden ausgeführt. Die Auskleidung aus Kalkbeton ist hier nur 18 cm stark und erstreckt sich auch, soweit kein dichter Felsgrund vorhanden war, über die Sohle. Diese Betonauskleidung ist von 50 cm unterhalb bis 50 cm oberhalb des normalen Kanalwasserspiegels durch Kalkstein-Moëllons ersetzt, von denen man sich größere Widerstandsfähigkeit gegen Frostwirkung, die bei dem schroffen Klimawechsel jener Gegend sehr beachtenswert ist, verspricht.

Klärbecken. Das Kanalwasser, obgleich durch das Vorbecken im Einlauf vom gröbsten Geschiebe befreit, würde bei Hochwasser doch noch beträchtliche Mengen von Gletschersand und feinerem Schieferschutt in das Wasserschloß schleppen. Um das zu verhindern, ist am Ende der erwähnten etwa 3 km langen Hangstrecke unter geschickter Ausnutzung der Oertlichkeit im Tal eines Seitenbaches, des Lauzon, ein großes Klärbecken angelegt (Abb. 7).

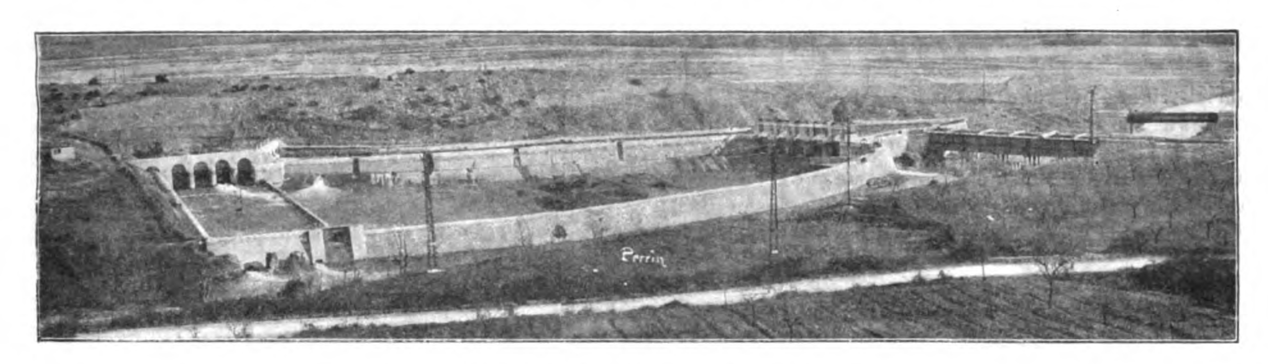


Abb. 7. *Klärbecken im Lauzontal.*

Der Kanal biegt vor diesem Becken scharf nach rechts um und tritt durch einen zweigeteilten unverkleideten Stollen unter dem Nagelfluhrücken durch in das Tal des Lauzon und in sein Klärbecken ein.

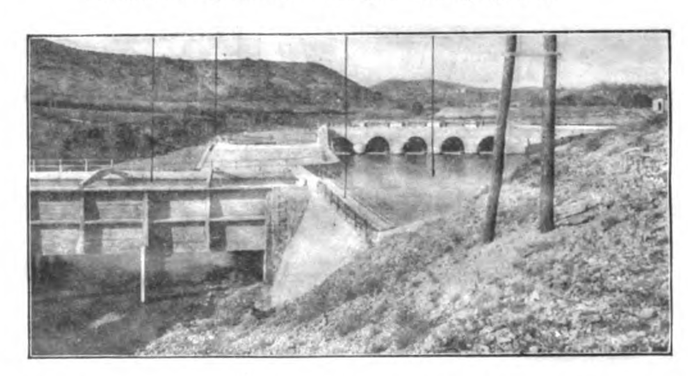


Abb. 8. *Austritt des Kanals aus dem Klärbecken in Lauzontal.*

Dieses Becken ist durch eine dem Beschauer der Abb. 7 geradeaus entgegenlaufende etwa 2 ^{m} hohe Schwelle in zwei Teile zerlegt. Der obere, bis zu 6 ^{m} tiefe, Teil dient als Beruhigungsbecken und soll die gröbern Teile

des ungereinigt eintretenden Wassers aufnehmen. Diese Ausscheidung wird dadurch begünstigt, daß das Wasser, um in das zweite Becken einzutreten, gezwungen ist, eine Wendung um 90 Grad zu machen. Es tritt dann in breiter Front über die hohe Trennungsschwelle der beiden Becken weg in das zweite, an dessen Ende sich ein Abschlußbauwerk mit einer weitern Abscheidungsschwelle befindet.

In dem ersten Becken sind mehrere über die ganze Fläche zweckmäßig verteilte Spülöffnungen eingebaut, die durch Schieber verschlossen und mit

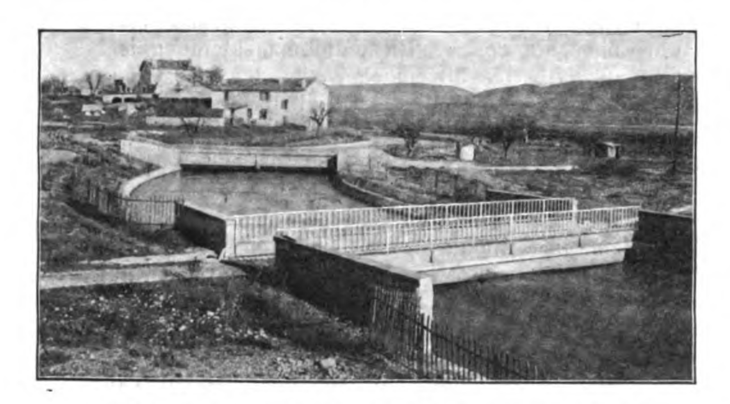


Abb. 9. *Bachüberführung (oberhalb!) und Wegbrücke (unterhalb!) im Oberkanal.*

Zementrohrleitungen in den Lauzonbach geführt sind. **Durch diese neuartige Anordnung, Auflösung der Spülöffnungen in mehrere auch über die obern Gebiete des Klärbeckens verteilte Angriffstellen**, wird der bei ältern Anlagen dieser Art vielfach beobachtete Mißstand vermieden, daß die Spül-

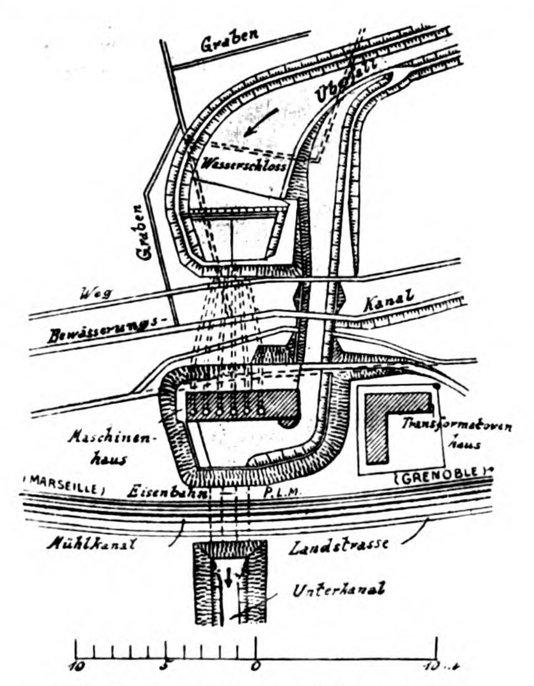


Abb. 10. *Lageplan der Triebwerksanlage.*

wirkung des Grundablasses sich nur über einen beschränkten kegelförmigen Raum ausdehnt, oberhalb dessen noch viel Geschiebe liegen bleibt, wenn nicht durch Baggerhauen und Aufrühren mit Stangen nachgeholfen wird.

Die vor dem Abschlußbauwerk am Grunde der zweiten Beckenabteilung angeordnete Schwelle kann noch einmal durch einen Grundablaß gespült werden. Außerdem befindet sich hier eine Ablaßschütze zum Abziehen des Oberflächeneisens; ein vor Eintritt des Winters an sie angeschlossener Schwimmbalken dient dazu, das Abtreiben von Schollen durch das Abschlußbauwerk am Grunde des Beckens zu verhindern.

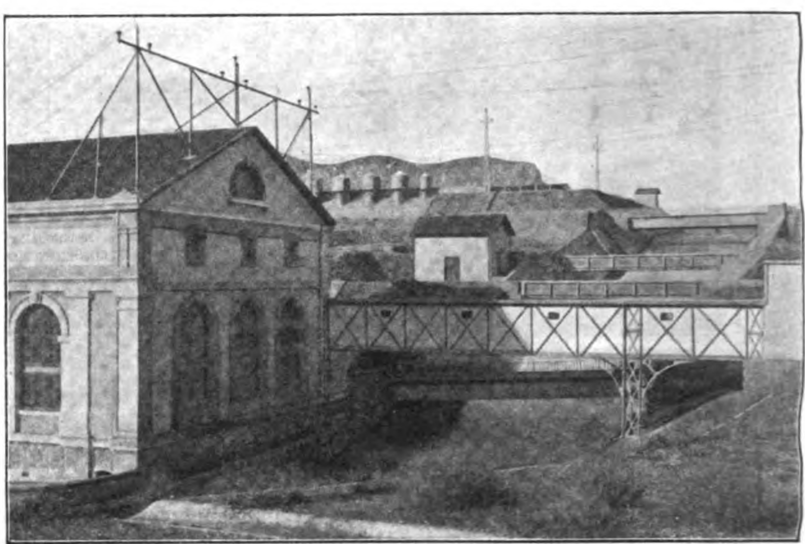


Abb. 11. *Abschußgerinne vom Ueberlauf des Wasserschlosses.*

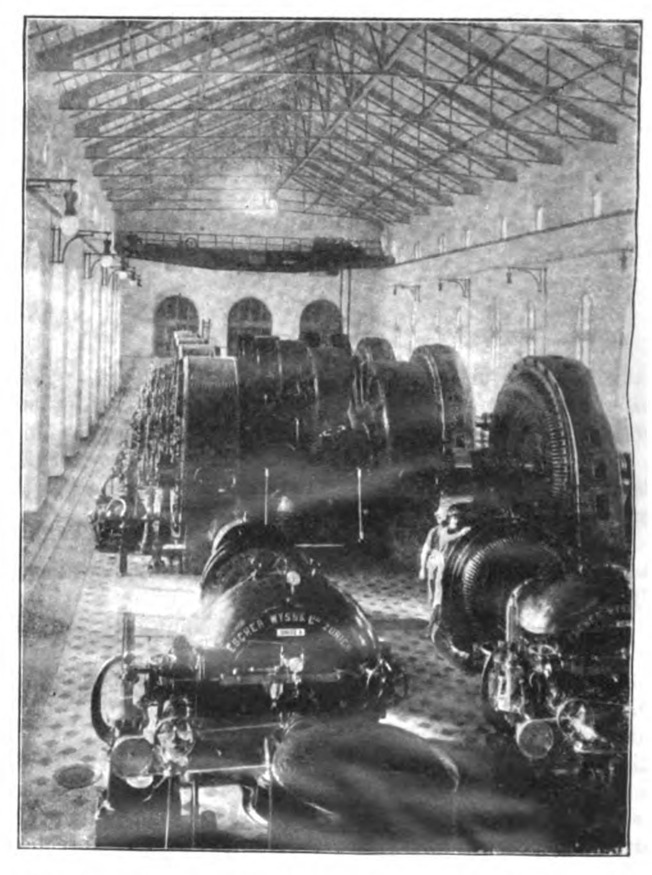


Abb. 12. *Blick von der Schalttafel über die Maschinenanlage.*

Das ganze Becken kann durch dieses untere Abschlußbauwerk und ein oberes, gleich hinter dem Stollenmund angeordnetes, vollständig abgeschlossen und für Reinigungszwecke trockengelegt werden. Ein Umlaufkanal, der in Abb. 7 ersichtlich ist, führt dann das Wasser unmittelbar in das Vereinigungsbecken hinter dem zweiten Abschlußbauwerk (vgl. auch Abb. 8).

Von diesem Vereinigungsbecken führt eine sehr interessante, in vollkommenster Wirtschaftlichkeit durchkonstruierte Kanalbrücke aus Eisenbeton über den Lauzonbach weg in die anschließende offene Strecke des Oberkanals. Um Ueberlastungen dieser Brücke zu verhüten, ist im Vereinigungsbecken noch ein Ausgleichüberfall angelegt.

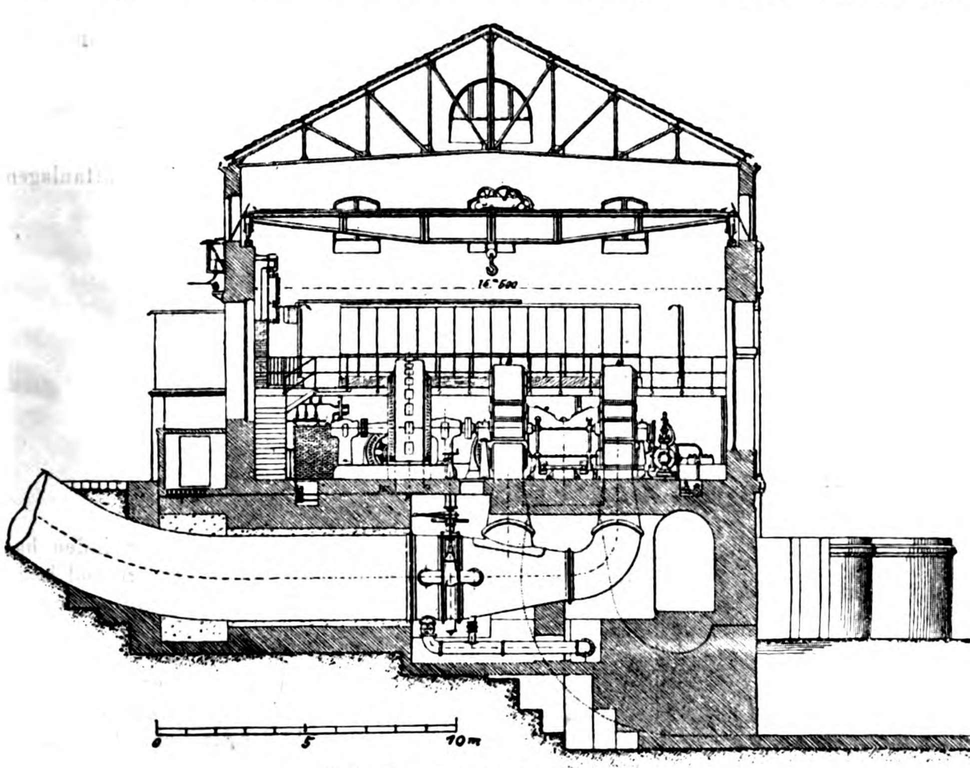


Abb. 13. *Schnitt des Krafthauses.*

In der anschließenden geböschten Kanalstrecke ist nichts weiter Bemerkenswertes vorhanden außer einigen sehr sparsam und geschickt angelegten Straßen- und Bachüberführungen in Eisenbetonbauweise (Abb. 9).

Wasserschloß. Vor dem Wasserschloß erweitert sich der Oberkanal, nach links abbiegend, trompetenförmig (Abb. 10).

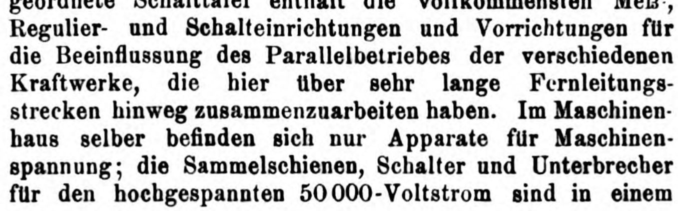
Ein langer Ueberfall vermittelt hier eine selbsttätige, ziemlich feine Festhaltung des Wasserstandes. Das Wasser stürzt von diesem Ueberfall über ein betoniertes Schußbett (Abb. 11) in den Unterkanal des Kraftwerkes ab. (Die in der Abbildung ersichtlichen zahlreichen Ueberbrückungen dieses Schußkanals sind zum Teil Wegbrücken, zum Teil kleine Kanalbrücken, die für die Aufhaltung der seit alters bestehenden Bewässerungskanäle der Gegend angelegt werden mußten.)

Am Ende des Regulierüberfalles streckt sich ein Feinrechen quer über den erweiterten Oberkanal, dahinter liegt das eigentliche Wasserschloß mit den Einläufen der Druckrohre, die durch aufgesetzte Belüftungsstutzen (Abb. 11) gegen Luftmangel und die damit in Verbindung stehende Gefahr der Zusammendrückung durch äußern Luftdruck geschützt sind.

Die Böschung des hoch im Auftrag liegenden Wasserschlosses ist im Bereich dieser Belüftungsrohre gepflastert, um gegen ausspritzendes Wasser geschützt zu sein. Entsprechend der Anzahl der im Kraftwerk aufgestellten Maschinen sind fünf große, je 80 m lange Druckrohre von je 2,70 m innerm Durchmesser und ein kleines von 1,2 m für die Erregerturbinen angeordnet. Die Rohre sind in Flußeisenblech genietet ausgeführt.

Im Krafthaus sind fünf Doppel-Francisturbinen mit genietetem Spiralgehäuse aufgestellt. Jede dieser Turbinen verarbeitet bei 20 m Nutzgefälle 15 cbm/sek., entsprechend 3500 P.S. Nutzleistung. Die Drehzahl ist 250.

Die unmittelbar angekuppelten Drehstromerzeuger haben eine Dauerleistung von 2500 KVA. und geben Strom von 7500 Volt Spannung bei 25 Perioden. Der Erregerstrom wird von zwei kleinen Erregerturbinen von je 200 KW. Leistung abgegeben. Eine von diesen genügt allein für die Versorgung aller fünf Turbinen, die andre steht in Reserve. Außer diesen beiden Hilfsmaschinen ist noch eine Druckölanlage vorhanden, die die Betriebskraft für die hydraulischen Drehzahlregler der Turbinen abgibt und endlich zwei Drehstromerzeuger zu 250 KVA. für die nächste Umgebung, nebst zwei Gleichstromerzeugern zu 50 KW. für die Hilfsmaschinen in der Zentrale und dem Schalthaus. Abb. 12 gibt einen Ueberblick über die Maschinenanlage und Abb. 13 einen Schnitt durch das Krafthaus. Die Turbinen sind von Escher, Wyß & Co., Zürich, die elektrischen Maschinen von der Thomson Houston-Gesellschaft, Paris.



Die an der obern Giebelwand des Krafthauses angeordnete Schalttafel enthält die vollkommensten Meß-, Regulier- und Schalteinrichtungen und Vorrichtungen für die Beeinflussung des Parallelbetriebes der verschiedenen Kraftwerke, die hier über sehr lange Fernleitungsstrecken hinweg zusammenzuarbeiten haben. Im Maschinenhaus selber befinden sich nur Apparate für Maschinenspannung; die Sammelschienen, Schalter und Unterbrecher für den hochgespannten 50000-Voltstrom sind in einem besondern Gebäude (Abb. 14) untergebracht, das vom Maschinenhaus aus durch einen überdeckten Gang (Abb. 11) bequem erreicht werden kann. In diesem Gebäude befinden sich auch die Transformatoren, die die Maschinenspannung auf die erwähnte Hochspannung hinaufsetzen.



Abb. 14. *Blick auf Unterkanal und Triebwerksanlage.*

Die Betätigung sämtlicher Schalter kann von der Maschinenhausschalttafel aus durch elektrische Fernsteuerung bewirkt werden. Ebenso geben elektrische Fernmelder im Maschinenhaus jederzeit Auskunft über die Stellung der einzelnen im Transformatorenhaus aufgestellten Schalter und Unterbrecher.

Die Anlage ist Anfang 1908 in Betrieb gesetzt worden und hat seither ohne größere Störung gearbeitet, wenn man von den in so gewitterreicher Gegend und bei so langen Fernleitungen unvermeidlichen Linienstörungen absieht, die übrigens durch doppelte, völlig getrennte Ausführung der Leitungen auf ein Mindestmaß gebracht sind. Auch die so eigenartige Klärung des Betriebswassers scheint zur Zufriedenheit zu arbeiten.

Als Anhaltspunkt für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit des Betriebs mag noch angeführt werden, daß das Werk, das für wasserbauliche Anlagen (Wasserfassung bis einschließlich Druckrohre) 6,4 Mill. Mark nebst weitern 320 000 Mark für das Krafthaus*) gekostet hat, schon im ersten Betriebsjahr 70 000 000 Kilowattstunden (gemessen in der Zentrale) liefern durfte. Das entspricht bei Zugrundelegung der Leistung von vier Turbinen als „normal“, einer Ausnutzung mit

$$\frac{70\,000\,000}{4 \cdot 3500 \cdot 0{,}736 \cdot 0{,}91 \cdot 8760} = 85\,\%,$$

eine Ziffer, die bekanntlich sonst von Wasserkraftanlagen nur sehr selten erreicht wird.

*) Nach Mitteilung des Arbeitsministeriums der Republik Frankreich.

Kleine Mitteilungen.

Angelegenheiten des Vereins.

Versammlungsberichte.

Vereinsversammlung am Mittwoch, 23. November 1910.

Vorsitzender: Herr Hillebrand; Schriftführer: Herr de Jonge.

Tagesordnung:

1. Bericht des Vorstandes über die Tätigkeit im Sommer 1910.
2. Stellungnahme zu den vorläufigen Gesichtspunkten für neuzeitliche Bauordnungen.
3. Wahl des Ausschusses zur Vorbereitung der Vorstandswahl für 1911.
4. Bericht der Kommission über die Prüfung der Jahresrechnung für 1909.
5. Allgemeines.

Der Vorstand berichtet über die Tätigkeit desselben während des Sommers, besonders über die Beratungen zu den vorläufigen Gesichtspunkten für neuzeitliche Bauordnungen. Der Bescheid des Vereins an den Verband lautete folgendermaßen:

„Wir stimmen zu, daß die Lösung der Wohnungsfrage geeignet ist, einen Ausgleich der sich ständig verschärfenden sozialen Gegensätze zu fördern, und daß darüber hinaus andere gewichtige Gründe die Verbesserung der neu zu errichtenden Wohnungen und eine bessere Benutzung der Wohnungen durch die Bewohner dringend fordern. Wir halten neben andern Maßnahmen auch solche gesetzgeberischer Natur für geeignet, die Erreichung dieses Zieles zu fördern. Die Schaffung bestimmter, einfacher, klarer Bautypen durch Bebauungsplan, Bauordnung, Parzellierung und andre Faktoren, und zwar für die große Masse der Kleinwohnungen muß das Endziel der Bestrebungen sein. Die Wohnungen der nicht Minderbemittelten bedürfen der Regelung durch die Bauordnung kaum. Hier reichen Parzellierung und Bebauungsplan aus.

Es ist mit allen Mitteln auch heute noch zu versuchen, den Grund- und Bodenpreis, bei dem es wirtschaftlich noch ausführbar ist, niedrig zu halten.

Die Grundsteuer nach dem gemeinen Wert und die Wertzuwachssteuer haben die Erreichung eines günstigen Resultats hier erschwert.

Für die bebauten Grundstücke ist eine Beeinflussung nicht mehr möglich, auch nicht ratsam, auch werden dieselben Rücksicht bei der Beeinflussung des Neulandes erheischen.

Die Bodenpolitik des Staates und der Gemeinden hat vielfach recht bedenkliche Erscheinungen gezeigt und kann praktisch als ein Mittel, die Bodenpreise niedrig zu halten, kaum gelten.

Es wird sich in der vorgeschlagenen Weise sicherlich eine Kostenermäßigung erreichen lassen, nach hiesigen Verhältnissen auch durch Anlage hinreichend großer Blocks und durch Einschränkung der Zahl der Straßen. Einer Minderung der Güte der Straßenbefestigungsmaterialien unserer Großstädte auch in den Kleinwohnungsstraßen kann nicht zugestimmt werden.

Der Bauwich spielt für die Masse der Wohnungen hier in Hannover keine Rolle. Gebiete mit zweieinhalbgeschossiger geschlossener Bebauung sind hier vorhanden für Mittelwohnungen und bessere, für die Masse der Bevölkerung nicht; sie sind als Norm im Stadtgebiete auch nicht zu erreichen. Als Gründe kommen hier in Frage die Entwässerungsschwierigkeiten, die Bodenbeschaffenheit, die Wasserzuführung, Gaszuführung, die teils stark zerrissene Bebauung der Stadt, welche größere Aufwendungen vorstehender Art im Stadtgebiete ausgeschlossen erscheinen lassen.

Auch hier wird das beschränkte Mehrfamilienhaus mit durchgeführter Querlüftung für die Masse der Kleinwohnungen gefördert, und zwar bei geschlossener Bauweise, in Siedlungen mit Gruppenbildung und Blocklüftungsöffnungen, in Landhausvierteln einfachern und reichern Charakters zu kleinern Gruppen und zum Einzelhaus übergehend. Die allmählige Steigung der Lasten wird daher den Ansprüchen der Anwohner angepaßt. Das Anstreben einer dreigeschossigen Bebauung für die Hauptverkehrsstraßen und zweigeschossigen Bebauung für die ruhigen Wohnstraßen halten wir für durchaus zu fördern, zumal von dieser Maßregel nur der Rand der Städte betroffen wird. Die Festsetzung landesgesetzlicher Bestimmungen für die Ausnutzung der Höfe und Flächen halten wir für günstig, die Festsetzung des Bauwichs für Klein- und Mittelwohnungen für unangebracht, doch ist zu empfehlen, für alle außerhalb der geschlossenen Bauweise sich ansiedelnden Einzelhäuser solange den Bauwich zu fordern, als eine Vollbebauung der Straße nicht erfolgt, d. h. solange etwa die Straße als unfertig im Sinne des Ortsstatuts gilt. Ein Durcheinanderwohnen

von Wohlhabenden und Minderbemittelten wird man in Zukunft durch Bauordnungen usw., wo es irgend möglich ist, zu erhalten und zu fördern sehen müssen. Auf diesem Gebiete wird jedoch mehr durch den Bebauungsplan, durch das zum Fluchtbaugesetz zugehörige Ortsstatut und die Handhabung desselben erreicht werden können.

Daß die Erkervorsprünge, Dachaufbauten nach neuen Gesichtspunkten in den Bauordnungen bestimmt werden müssen, bestätigen wir, hier muß im wesentlichen das Straßenbild mitbestimmend sein. Die Ausnutzung des Dachgeschosses hat oft häßliche Mansardendächer gezüchtet, z. B. im rheinischen Wohngebiet.

Vorschriften für städtebauliche Fragen zu schaffen, würde gleichfalls erwägungswert sein. Zur Schaffung guter Straßenbilder jedoch gehören Künstler, und wir halten das Einengen derselben durch Bestimmungen für bedenklich. Hier kann Abhilfe nur durch allgemeine Belehrung der Verwaltungskörper und Hinzuziehung tüchtiger Techniker geschaffen werden.

Das Hinarbeiten auf gute Bautypen sowie das Fördern derselben ist erwünscht, die gesetzliche Festlegung derselben erscheint nicht ohne Bedenken im Interesse einer den Bedürfnissen angepaßten Entwicklung. Einer zu weitgehenden Mitwirkung der Aufsichtsbehörden möchten wir nicht das Wort reden, dagegen ist dem Kreisbaubeamten die weitgehendste Mitwirkung zu sichern.

Wir verfehlen im übrigen nicht, darauf hinzuweisen, daß neben guten gesetzlichen Unterlagen viele andre Faktoren, insbesondere auch die Handhabung der gesetzlichen Bestimmungen, wesentlicher sind als die Bestimmungen selbst."

Hierzu gab Herr de Jonge noch einige ergänzende Ausführungen, die örtlichen Verhältnisse Hannovers betreffend.

Es erfolgte dann die Wahl des Ausschusses zur Vorbereitung der Vorstandswahl für 1911. Gewählt wurden die Herren: Kleinert, Muttray, Barkhausen, Promnitz, Unger und Otzen.

Auf Grund des Berichtes der Kommission über die Prüfung der Jahresrechnung für 1909 wurde die Entlastung ausgesprochen.

Aufgenommen in den Verein wurden die Herren Reg.-Baumeister Borchers und Reg.-Baumeister und Stadt Baurat Weidlich.

In den Vergnügungsausschuß wurden gewählt die Herren Busch und Ebel. In Aussicht genommen werden soll die Abhaltung eines Tanzvergnügens.

Vereinsversammlung am Mittwoch, 7. Dezember 1910.
Vorsitzender: Herr Hillebrand; Schriftführer: Herr de Jonge.

Tagesordnung:

1. Geschäftliches.
2. Einiges über die Behandlung städtebaulicher Fragen in England. Bericht des Herrn Architekten Usadel über die Städtebau-Konferenz in London.

Nach einigen geschäftlichen Mitteilungen hielt Architekt Usadel einen Vortrag über die Behandlung städtebaulicher Fragen in England, wobei er besonders verwies auf die Tätigkeit, welche aus Anlaß der Städtebau-Konferenz in London sich ergeben werde. Er führte in Zeichnungen, Abbildungen und Photographien die Bestrebungen der Engländer auf dem Gebiete der Gartenstädte vor, wie man die Frage der Durchbrüche im Innern der großen Städte behandle. Er begann dabei mit den allgemeinen städtebaulichen Gesichtspunkten des Bebauungsplans, berührte die Verkehrsfrage, entwickelte die Art des Grundrisses des englischen Hauses durch seine Bewohner. Er führte weiter aus, wie die von unsern abweichenden klimatischen Verhältnisse auch andre Bedingungen schaffe für die Ausgestaltung des Hauses und seiner Einzelteile.

Im Anschluß daran berichtete Stadtbauinspektor de Jonge über seine Beobachtungen, die er gelegentlich einer Studienreise in Anlaß des internationalen Arbeiter-Wohnungskongresses gemacht habe. — Der Vorsitzende sprach den beiden Vortragenden den Dank der Versammlung aus. Nachdem noch einige kleinere Fragen erledigt waren, wurde die Versammlung geschlossen.

Vereinsversammlung am Mittwoch, 21. Dezember 1910.
Vorsitzender: Herr Hillebrand; Schriftführer: Herr de Jonge.

Tagesordnung:

1. Geschäftliches.
2. Beschlußfassung über das Winterfest.
3. Vorstandswahl.
4. Kleinere technische Mitteilungen.
5. Allgemeines.

Es wird beschlossen, die Mitteilungen des Vereins in der Vereins-Beilage der „Deutschen Bauzeitung" zu veröffentlichen, einer Anregung der Redaktion derselben entsprechend. Der Internationalen Baufach-Ausstellung tritt der Verein als Förderer bei.

Die Herren Busch und Ebel haben die Wahl in den Vergnügungsausschuß wegen Behinderung abgelehnt, neu gewählt in denselben wurden die Herren Blum, Ortmann, Bertschinger. Es wurde beschlossen, ein Tanzvergnügen in Aussicht zu nehmen für Ende Januar oder Anfang Februar. Durch ein Zirkular soll zur Teilnahme aufgefordert werden. In den Vorstand wurden die bisherigen Mitglieder desselben durch Zuruf wiedergewählt. An Stelle des im Laufe des Jahres wegen Versetzung ausgeschiedenen Herrn Engelbrecht wurde Herr Busch neugewählt. Zu der Aufforderung des Verbandes, Abänderungsvorschläge für die Gebührenordnung der Ingenieure einzusenden bis zum 1. Januar 1911, empfahl Herr Barkhausen, diese Frage mit dem Bezirksverein deutscher Ingenieure und dem B. D. A. gemeinsam zu beraten.

Es wurde beschlossen, dieserhalb an beide zu schreiben und sie zum 11. Januar, 7¼ Uhr, zu einer Besprechung einzuladen.

Für den Vereinsboten wurden 20 M. zu Weihnachten bewilligt.

Dann berichtete Herr de Jonge einiges über moderne Putztechniken, über Terranova, Lithon, Terrasit und andre Putzarten, über die Zusammensetzung derselben, Farbengebung und Haltbarkeit. Die Ausführungen wurden von den Herren Barkhausen und Schleyer ergänzt.

Nachtrag.

Von der Wahl der Herren Blum und Ortmann als Mitglieder des Vergnügungsausschusses wird abgesehen, weil die Herren keine Mitglieder des Vereins sind.

Jahresbericht für 1910.

Zu Anfang des Jahres 1910 hatte der Verein
5 Ehrenmitglieder,
2 korrespondierende Mitglieder,
123 einheimische } ordentliche Mitglieder,
216 auswärtige
25 einheimische } außerordentliche Mitglieder,
23 auswärtige
im ganzen 394 Mitglieder.

Durch den Tod verlor der Verein folgende 8 ordentliche Mitglieder:

Böhme, Geh. Baurat in Hannover,
Schönermark, Dr., Baumeister in Hannover,
Ulex, Baurat in Hannover,
Beckering, Baurat in Düsseldorf,
Blauel, Eisenbahndirektor a. D. in Breslau,
Bückmann, Baumeister in Hamburg,
Crugnola, Ober-Ingenieur in Teramo in Italien,
Schwartz, Stadtbaurat in Hildesheim.

Aus dem Verein sind im Jahre 1910 ausgetreten bzw. ausgeschlossen:
23 ordentliche und
11 außerordentliche Mitglieder.

In den Verein wurden aufgenommen:
7 ordentliche Mitglieder.

Am Schlusse des Jahres 1910 stellte sich die Gesamtzahl der Mitglieder auf 359, nämlich:
5 Ehrenmitglieder,
2 korrespondierende } Mitglieder
315 ordentliche } Mitglieder
37 außerordentliche } Mitglieder
und zwar 126 einheimische und 233 auswärtige Mitglieder.

Von den 359 Mitgliedern wohnen:
178 in Stadt und Provinz Hannover,
123 in den übrigen preußischen Provinzen,
31 in den übrigen Staaten des Deutschen Reiches,
18 im europäischen Auslande,
9 im außereuropäischen Auslande.

Im Lesezimmer des Vereins lagen 95 technische Zeitschriften in 11 Sprachen aus, nämlich 49 in deutscher, 12 in französischer, 16 in englischer, 5 in italienischer, 3 in spanischer, 3 in russischer, 2 in dänischer, 2 in holländischer und je eine in schwedischer, norwegischer und ungarischer Sprache.

Die Bücherei des Vereins ist außerdem um etwa 300 Bände vermehrt worden.

Der Verein hielt im verflossenen Jahre 11 Versammlungen ab, in denen Vorträge aus dem Gebiete des Hochbaues, des Ingenieurwesens und über Gegenstände allgemeiner Bedeutung gehalten wurden.

An den Vorträgen beteiligten sich die Herren: Gilowy, Lang, Nußbaum, Schreider, de Jonge, Promnitz, Hoyer, Otzen und Usadel.

Mitgliederverzeichnis.

(Am 1. Januar 1911.)

Postadresse: *An den Vorstand des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.*

Gestiftet: 1851.

Rechte der juristischen Persönlichkeit verliehen durch Reskript des vormaligen Königlich Hannoverschen Ministeriums des Innern vom 3. März 1858.

Zum Verbande deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine gehörig seit dessen Gründung im Jahre 1871.

Vorstand.

(Gewählt am 21. Dezember 1910.)

Vorsitzer: Baurat **Hillebrand**, Haarstr. 8.
Stellvertreter des Vorsitzers: Geh. Baurat, Prof. **Schleyer**, Alleestraße 4.
Schriftführer: Stadtbauinspektor **de Jonge**, Rumannstr. 1 A.
Stellvertreter des Schriftführers: Dipl.-Ing. **Kellner**, Höltystr. 5.
Bibliothekar: Prof. Dr.-Ing. **Michel**, Militärstr. 5 A.
Ohne besonderes Amt: Reg.-Baumeister **Busch**, Rundestr. 1 II.; Reg.-Baumeister **Ebel**, Königswortherplatz 3.
Kassen- und Rechnungsführer: Geh. Baurat, Landesbaurat **Nessenius**, Scharnhorststr. 20.

Vergnügungs-Ausschuss.

Reg.-Baumeister **Ebel**, s. Vorstand.

Schriftleiter der Vereins-Zeitschrift.

Geh. Baurat, Prof. **Schleyer**, Alleestr. 4.

Ehren-Mitglieder.

1. **Forrest**, Ehren-Sekretär des Instituts der Zivil-Ingenieure, London.
2. **Launhardt**, Dr.-Ing., Geh. Reg.-Rat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Welfengarten 1.
3. **Wöhler**, Dr.-Ing., Geh. Reg.-Rat a. D., Rumannstr. 19.
4. **Schroeder**, Wirkl. Geh. Rat, Dr.-Ing., Exzellenz, Berlin W, Kalckreuthstr. 8 II.
5. **Hagen, H.**, Baurat, Hannover, Marienstr. 14.

Korrespondierende Mitglieder.

1. **Schmitt, E.**, Dr., Geh. Baurat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Darmstadt.
2. **v. Willmann, L.**, Geh. Baurat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Darmstadt, Martinstr. 36.

Ordentliche Mitglieder.

a. Einheimische.

1. **Aengeneyndt**, Stadt-Bauinspektor, Berthastr. 8 p.
2. **Barkhausen**, Geh. Reg.-Rat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Oeltzenstr. 26 p.
3. **Becker, K.**, Reg.-Baumeister, Bödekerstr. 72.
4. **Behrens**, Stadtbauinspektor, Linden.
5. **Berghaus**, Baurat, Voßstr. 21.
6. **Bertschinger**, Dipl.-Ing., Kümmelstr. 5 I.
7. **Bock, A.**, Baudirektor, Direktor der städtischen Kanalisation und Wasserwerke, Fundstr. 1 C III.
8. **Bokelberg**, Zivil-Ingenieur, Kokenstr. 13.
9. **Bokelberg**, Baurat, Heinrichstr. 39.
10. **Bollweg, O.**, Prof., Architekt, Ubbenstr. 20.
11. **Börgemann**, Architekt, Marienstr. 11.
12. **Borchers**, Reg.-Baumeister, Freiligrathstr. 14 I.
13. **Bühring**, Architekt, Eichstr. 16.
14. **Busch**, Reg.-Baumeister, Rundestr. 1 II.
15. **Culemeyer**, Reg.-Bauführer, Ellernstr. 1.
16. **Danckwerts**, Geh. Baurat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Eichstr. 15.
17. **Dannenberg**, Geh. Baurat, Ferdinand Wallbrechtstr. 4 p.
18. **Debo**, Reg.-Baumeister, Weinstr. 4.
19. **Diestel**, Dr., Bibliothekar a. d. Techn. Hochschule, Podbielskistr. 327.
20. **Dolezalek**, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Kloster Wennigsen bei Hannover.
21. **Ebel**, Reg.-Baumeister, Königswortherplatz 3.
22. **Fettback**, Reg.-Baumeister, Andertensche Wiese 20.
23. **Fischer, K.**, Postbaurat a. D., Sedanstr. 4.
24. **Franck, J.**, Geh. Baurat, Landesbaurat, Bödekerstr. 8.
25. **Franke, A.**, Königl. Baurat, Flüggestr. 24.

26. **Fröhlich**, Stadtbaurat, Linden, v. Alten-Allee.
27. **Froelich**, Geh. Baurat, Yorkstr. 16.
28. **Fuhrberg**, Reg.- und Baurat, Wolfstr. 2.
29. **Funk, W.**, Baurat, Weinstr. 14.
30. **Fusch, Th.**, Architekt, Königswortherstr. 44.
31. **Geb**, Professor, Leopoldstr. 7.
32. **Gilowy**, Kreisbauinspektor, Ferdinand Wallbrechtstr. 85 III.
33. **Goltermann**, Reg.- und Baurat, Waldhausen, Waldstr. 5 a.
34. **Grastorf, R.**, Ingenieur, Lemförderstr. 12.
35. **Gröbler**, Landes-Bauinspektor, Eichstr. 42 p.
36. **Hecht**, Architekt, Ferdinandstr. 22 B.
37. **Heins, H.**, Reg.-Baumeister, Seumestr. 11.
38. **Heise**, Königl. Baurat, Bödekerstr. 59.
39. **Hillebrand**, Baurat, Haarstr. 8.
40. **Hoffmann, W.**, Reg.-Baumeister, Ferdinand Wallbrechtstr. 80.
41. **Hotopp**, Dr.-Ing., Baurat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Bödekerstr. 69.
42. **Johann, Paul**, Architekt, Sallstr. 25 I.
43. **de Jonge**, Reg.-Baumeister a. D., Stadtbauinspektor, Rumannstr. 1 A.
44. **Jungeblodt**, Geh. Baurat, Hohenzollernstr. 17.
45. **Kellner**, Dipl.-Ing., Höltystr. 5.
46. **Klecker**, Reg.-Bauführer, Klagesmarkt 31.
47. **Kiel**, Oberbaurat, Yorkstr. 10 II.
48. **Kiepert**, Dr., Geh. Reg.-Rat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Herrenhäuser Kirchweg 20.
49. **Kleinert**, Baurat, Meterstr. 22 III.
50. **Knoch, O.**, Garnisonbauinspektor, Dietrichstr. 7.
51. **Koch**, Intendantur- und Geh. Baurat, Bödekerstr. 77 II.
52. **König**, Stadtbaupolizei-Inspektor, Alte Döhrenerstr. 93.
53. **Körting**, Gasanstalts-Direktor, Waldhausen, Brunestr. 7.
54. **Lang**, Geh. Reg.-Rat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Herrenhäuser Kirchweg 18.
55. **Lindemann**, Geh. Baurat, Rumannstr. 25 II.
56. **Lorenz, E.**, Architekt, Georgsplatz 9.
57. **Magunna**, Landesbaurat, Ellernstr. 22.
58. **Mangelsdorff**, Baurat, Eichstr. 4.
59. **Maschke**, Reg.- und Baurat, Simsonstr. 2 (Emmerberg).
60. **Meltzer**, Reg.- und Baurat, Bödekerstr. 27 III.
61. **Meyer**, Dr.-Ing., Reg.-Baumeister, Akazienstr. 5 B.
62. **Michel**, Dr.-Ing., Prof. a. d. Techn. Hochschule, Militärstraße 5 A.
63. **Michelsohn, H.**, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor Bödekerstr. 32 I.
64. **Mohrmann**, Geh. Baurat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Herrenhäuser Kirchweg 17.
65. **Mügge, K.**, Dr.-Ing., Stadtbauinspektor, Schiffgraben 9.
66. **Müller, Jul.**, Architekt, Arnswaldtstr. 8.
67. **Müller, R.**, Dipl.-Ing., Im Moore 29.
68. **Müller-Touraine**, Landes-Bauinspektor, Podbielskistr. 20.
69. **Muttray, W.**, Weserstrombaudirektor, Oberbaurat, Friederikenplatz 1 II.
70. **Nessenius**, Geh. Baurat, Landesbaurat, Scharnhorststraße.
71. **Nußbaum, Chr.**, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Bernstr. 22 I
72. **Otzen**, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Blumenhagenstr. 10.
73. **Peters**, Geh. Baurat, Königstr. 6 A II.
74. **Pfannschmidt**, Baurat, Wiesenstr. 62.
75. **Prediger**, Architekt, Taubenfeld 24 I.
76. **Promnitz**, Reg.- und Baurat, Ellernstr. 17.
77. **Recken**, Reg.- und Baurat, Wiesenstr. 22.
78. **Remmer**, Architekt, Scheffelstr. 28.
79. **Riehn, W.**, Geh. Reg.-Rat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Taubenfeld 19 I.
80. **Röbbelen**, Architekt, Marienstr. 8.
81. **Roß, B.**, Senator, Geibelstr. 25.
82. **Rowald**, Dr.-Ing., Baurat, Marienstr. 38.
83. **Sandmann**, Reg.- und Baurat, Heinrichstr. 36 I.
84. **Sasse**, Architekt, Linden, Blumenauerstr. 28 A.
85. **Schädtler**, Architekt, Arnswaldtstr. 31 III.
86. **Schäffer**, Geh. Baurat, Oeltzenstr. 2.
87. **Scheele**, Landes-Bauinspektor, Waldhausen, Zentralstr. 28.
88. **Schleyer**, Geh. Baurat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Alleestraße 4.
89. **Schneemann, Karl J.**, Dipl.-Ing., Gretchenstr. 44.
90. **Schulz**, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Georgstr. 29 III.
91. **Schwanenberg**, Architekt, Arnswaldtstr. 29 I.
92. **Siebern**, Provinzial-Konservator, Landes-Bauinspektor, Dietrichstr. 18 A I.
93. **Sprengell, O.**, Landes-Baurat, Hermannstr. 33.
94. **Stever**, Reg.- und Baurat, Planckstr. 3.
95. **Stüber, Wilhelm**, Architekt, Sallstr. 13 C II.
96. **Taaks, O.**, Baurat, Marienstr. 10 A II.
97. **Tovote**, Zivil-Ingenieur, Königstr. 33.
98. **Unger**, Baurat, Holscherstr. 18 I.
99. **Usadel**, Architekt, Bödekerstr. 82.
100. **Visarius**, Baurat, Emmerberg 23 I.
101. **Vogel**, Architekt, Friedenstr. 3.
102. **Volkmann**, Geh. Baurat, Scharnhorststr. 5 II.
103. **Wagner**, Reg.-Baumeister, Calenbergerstr. 1.
104. **Wegener**, Architekt, Ostermannstr. 4.
105. **Weidlich, E.**, Stadtbaurat und Reg.-Baumeister a. D., Bödekerstr. 93.
106. **Weise, B.**, Architekt, Scharnhorststr. 18.
107. **Wendebourg, E.**, Architekt, Ostermannstr. 6 I.
108. **Willmer, G.**, Ingenieur, Waldhausen, Hildesheimer Chaussee 1.
109. **Wolff**, Dr., Stadt-Oberbaurat, Zeppelinstr. 1.
110. **Zisseler**, Eisenbahn-Bauinspektor z. D., Gr. Aegidienstr. 12.

b. Auswärtige.

1. **Ameke, M.**, Landes-Bauinspektor, Dietz a. d. L.
2. **Asmus, W.**, Baurat, Breslau, Kronprinzenstr. 15 I.
3. **Ausborn, W.**, Baudirektor, Charlottenburg, Mommsenstr. 39 I.
4. **Bätjer, Fr.**, Reg.-Baumeister, Preuß. Oldendorf, Kanalbauamt.
5. **Bandtlow**, Stadtbaudirektor, Jena, Obere Sonnenbergstraße.
6. **Becker**, Dipl.-Ingenieur, Sterkrade, Steinbrinkstr. 45.
7. **Beckmann, O. E.**, Baurat, Freiburg i. B., Deutschordenstr. 26.
8. **Behnes, A.**, Dombaumeister, Osnabrück.
9. **Beisner, F.**, Reg.- und Geh. Baurat, Merseburg.
10. **Below, W.**, Dipl.-Ing., Posen VI, Königsplatz 5, Gartenhaus.
11. **Bensaude**, Joaquim, Civil Engineer, Lissabon, St. Miguel Açores.
12. **Bergfeld**, Ober-Baurat, Gotha.
13. **Bergmann**, Geh. Baurat, Hildesheim, Weinberg 60.
14. **Bischoff, Th.**, Direktor der Schaftlach-Gmunder Eisenbahn, Tegernsee.
15. **Bladt**, Landes-Bauinspektor, Nienburg a. W.
16. **Blakesley, John H.**, Ingenieur, London, Victoria Street, 53 Westminster S. W.
17. **Boedecker**, Reg.- und Geh. Baurat, Wilmersdorf, Hohenzollerndamm 208.
18. **Bönig**, Ingenieur, Hamburg 26, Horner Landstr. 76.
19. **Bohne, H.**, Dipl.-Ing., Adana (Kleinasien), Bagdad-Bahn.
20. **Boysen**, Baurat, Hildesheim, Landes-Bauinspektion.
21. **Brauer, E.**, Meliorations-Bauinspektor, Allenstein, Kaiserstr. 23.
22. **Breiderhoff**, Königl. Baurat, Bochum i. W., Kreisbauinspektion.
23. **Brennecke, L.**, Geh. Admiralitätsrat, Buchschlag (Kr. Offenbach a. M.).
24. **Breusing**, Geh. Ober-Baurat, Berlin W. 30, Barbarossaplatz 1.
25. **Brüning**, Baurat, Göttingen, Rosdorferweg.
26. **Bruns, H.**, Professor, Hildesheim, Almsstr. 10.
27. **Capelle**, Reg.- und Baurat, Aachen, Marschiertorbahnhof 9.
28. **Carling, W.**, Ing., Stadt-Baudirektor, Norrköping (Schweden).
29. **Claußen, F.**, Baurat, Vorstand der Bauinspektion für Hafenerweiterung, Bremerhaven.
30. **Deichmann**, Ingenieur, Mannheim C. 8, 11 III.
31. **Dellen**, Geh. Baurat, Elbing, Innerer Mühlendamm 4.
32. **Demmig, E.**, Architekt, Bad Oeynhausen.
33. **Diestel**, Reg.- u. Geh. Baurat, Berlin W. 30, Eisenacherstraße 122 II.
34. **Drees**, Mel.-Bauinspektor, Lüneburg, Vor dem Neuentore 5.
35. **Dreefsen, E.**, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor a. D., Berlin W.-Schöneberg, Eisenacherstr. 69 II. r.

36. **Duis, D.**, Baurat, Leer i. Ostfr., Am Ufer.
37. **Echtermeyer, H.**, Gemeinde-Baurat und Reg.-Baumeister, Zehlendorf (Wannseebahn), Annastr. 4.
38. **Ehlers, P.**, Baurat, Professor, Zoppot, Kolbathstr.
39. **Eichentopf**, Baurat, Wesel.
40. **Eichhorn, Fr.**, Landes-Baurat, Merseburg, Halleschestr. 25 II
41. **Ekert, F.**, Ober-Ingenieur, Beigeordneter, Darmstadt, Heinrichstr. 120.
42. **Enders**, Reg.-Baumeister a. D., Frankfurt a. M., Schwindstraße 18 III.
43. **Engelken**, Reg.-Baumeister, Karlsruhe, Augustastr. 10 II.
44. **Espinosa, A.**, Zivil- und Maschinen-Ingenieur, Prof. a. d. Ingenieur-Schule, Lima (Peru), Calle de San Sebastian 127.
45. **Fein, A.**, Geh. Baurat, Köln a. Rh., Bremerstr. 10.
46. **Fischer, Th. H. J.**, Reg.-Baumeister, Angerburg.
47. **Fischer**, Architekt, Hameln a. W.
48. **Flebbe, H.**, Reg.- und Baurat, Minden i. W., Immanuelstr. 14.
49. **Francke, A.**, Baurat, Alfeld a. d. Leine.
50. **Frankenberg, W.**, Architekt, Northeim i. Hann.
51. **Gabe, A.**, Kreis-Baumeister, Heydekrug.
52. **Garschina**, Baurat, Norden.
53. **Gaßmann, A.**, Reg.- u. Baurat, Dramburg i. Pom.
54. **Gloystein**, Landes-Bauinspektor, Celle.
55. **Gravenhorst**, Landes-Bauinspektor, Posen W., Kaiser-Wilhelm-Straße 11 I.
56. **Grevemeyer, D.**, Reg.- und Baurat, Köln-Deutz, Constantinstraße 1.
57. **Grosse, R.**, Eisenbahn-Direktor, Königsberg i. Pr., Schleusenstraße 4.
58. **Häseler**, Geh. Hofrat, Prof. a. d. Techn. Hochschule Braunschweig, Adolfstr. 64.
59. **Hanstein**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Wanne i. W., Bismarckstraße 19.
60. **Hartmann, W.**, Reg.- u. Geh. Baurat, Trier, Marienstr. 9 II.
61. **Hartmann, R.**, Reg.- und Baurat, Mainz, Bahnhofsplatz 11.
62. **Hedde, Peter**, Marine-Baumeister, Steglitz b. Berlin, Wrangelstraße 10.
63. **Heinemann, K.**, Reg.- und Baurat, Uelzen, Hoeftstr. 14.
64. **Henke, F.**, Landes-Bauinspektor, Posen, Glogauerstr. 94 III.
65. **Hermes, C.**, Direktor, Siegen.
66. **Hess**, Landes-Bauinspektor, Northeim.
67. **Heubach, M.**, Reg.-Bmstr., Berlin-Friedenau, Wilhelmshöherstraße 7 I.
68. **Hinrichs, H.**, Architekt, Hameln a. W., Groeningerstr. 1.
69. **Hinz, A.**, Baumeister, Unna i. W.
70. **Hirsch**, Geh. Baurat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Aachen, Nizza-Allee 97.
71. **Hoffmann, R.**, Baurat, Ostrowo i. Posen.
72. **Holtvogt**, Reg.-Baumeister, Engter (Kr. Bersenbrück).
73. **Horn**, Reg.- und Baurat, Kattowitz, Markgrafenstr. 3.
74. **Hutschgau**, Architekt, Osnabrück, Kollegienwall 19.
75. **Ibbecken, H.**, Ing., Asuncion i. d. Republ. Paraguay.
76. **Ilić, Michael, W.**, Ingenieur, Belgrad (Serbien).
77. **Jacoby**, Reg.-Baumeister, Bückeburg, Obertorstr. 10.
78. **Jaenigen, E.**, Baurat, Stade.
79. **Jaspers**, Reg.- und Baurat, Münster i. W., Erphostr. 32 I.
80. **Jenner, F.**, Senator, Göttingen, Reinhäuser Chaussee 13 I.
81. **Jöhrens, Adolf**, Reg.-Baumeister a. D., Höchst a. M., Luciusstraße 9.
82. **Jöhrens, E.**, Reg.-Baumeister, Dortmund, Hiltropwall 35 III.
83. **Kahler**, Reg.- und Baurat, Essen (Ruhr), Mozartstr. 2.
84. **Kampf**, Stadt-Baumeister, Lüneburg, Schifferwall 4.
85. **Kattentitt**, Architekt, Hameln a. W.
86. **Kaurisch**, Kgl. Reg.-Baumeister, Ober-Ingenieur, Zürich, Talstr. 20.
87. **Kellner**, Reg.-Baumeister, Vorstand der Eisenbahn-Betriebs-Inspektion 3, Konitz, Bahnhofstr. 69.
88. **Klages**, Ober-Ingenieur, Berlin O., Josefstr. 3 p.
89. **Knoch, A.**, Baurat, Kassel-Wilhelmshöhe, Rasenallee 2.
90. **Köhncke, H.**, Ober-Ingenieur, Bremen, Contrescarpe 130.
91. **Kohlenberg**, Reg.- und Baurat, Allenstein, Guttstädterstr. 18.
92. **Krautwurst, P.**, Ober-Ingenieur, Gleiwitz.
93. **Krüger, Franz A.**, Architekt, Lüneburg.
94. **Labes**, Reg.- und Baurat, Berlin W. 50, Bambergerstr. 58.
95. **Lambrecht, E.**, Baurat, Hofgeismar.
96. **Langer**, Wasser-Bauinspektor, Osnabrück, Ziegelstr. 21.
97. **Lauser**, Reg.-Baumeister, Geestemünde, Borriesstr. 47 III.
98. **Lefenau, H.**, Wasserbauinspektor, Ploen.
99. **Lehmberg, Chr.**, Kreis-Baumeister, Neuhaldensleben
100. **van Löben-Sels, A.**, Ingenieur, Arnheim i. Holland.
101. **Löhr, B.**, Ingenieur, Frankfurt a. M., Feuerbachstr. 7.
102. **Löwe**, Reg.-Baumeister, Verden a. A.
103. **May, E.**, Stadtbaurat, Kgl. Reg.-Baumeister a. D., Ludwigshafen.
104. **Meyer, H.**, Baurat, Lingen a. Ems.
105. **Meyer, Gustav**, Reg.-Baumeister, Brunsbüttelkoog.
106. **Meyer, W.**, Meliorations-Bauinspektor, Insterburg, Bahnhofstraße 44 I.
107. **Mialaret, A.**, Architekt, Hauptlehrer a. d. Akademie der bildenden Künste, Maastricht, Plastielstraat 1.
108. **Möckel**, Geh. Hof-Baurat, Doberan (Mecklenb.).
109. **Modersohn, C.**, Stadt-Baurat und Kreis-Baumeister des Kreises Hamm, Unna i. W.
110. **Möller, M.**, Geh. Hofrat, Professor, Braunschweig, Geysostr. 1.
111. **Möllering, A.**, Stadtbauinspektor, Hagen i. W., Frankfurterstraße 29.
112. **Moeller, P.**, Marine-Hafenbau-Direktor, Wilhelmshaven, Wallstr. 7 II.
113. **Mothes, Armin**, Reg.-Baumeister, Osnabrück, Mel.-Bauamt.
114. **Müller, Gerh.**, Reg.- und Baurat, Berlin NW. 52, Alt-Moabit 139/142.
115. **Mursa, Ulrico**, Engenheiro de Canpanhia Docas, Santos (Brasilien).
116. **Narten**, Reg.- und Baurat, Stettin.
117. **Narten**, Landesbauinspektor, Stade.
118. **Niebuhr, H.**, Wasserbauinspektor, Eberswalde, Dankelmannstraße 13.
119. **Nitsch**, Ingenieur, Krakau i. Galizien, ul Kolejowa 18.
120. **Obrębowicz, K.**, Ing., Warschau (Russ. Polen), Ordynacka 9.
121. **Offermann, C.**, Reg.- u. Geh. Baurat, Buenos Aires, Legacion Alemana.
122. **Oppermann**, Reg.-Baumeister, Friedenau b. Berlin, Stubenrauchstr. 2.
123. **Pagenstecher**, Landes-Bauinspektor, Uelzen.
124. **Papke, E.**, Reg.- und Baurat, Beeskow.
125. **Pegelow, F. W. H.**, Direktor der Stockholm-Westeras-Bahn Stockholm, Wesegatan 7.
126. **Popovic, Svetozar**, Inspektor der serbischen Staatsbahnen, Belgrad i. Serbien.
127. **Prieß, P.**, Reg.- und Baurat, Insterburg, Wilhelmstr. 22.
128. **Pustau**, Reg.- und Baurat, Frankfurt a. M., Elbestr. 2.
129. **Quentell, C.**, Landes-Bauinspektor, Saarbrücken, Saargemünderstr. 17.
130. **Rabbow, F.**, Dipl.-Ing., Essen (Ruhr), Bahnhofstr. 17.
131. **Rathkamp, W.**, Architekt, Göttingen, Gronertorstr. 1.
132. **Rautenberg, O.**, Kgl. Baurat, Halberstadt, Westhäuserstr. 2.
133. **Reichard**, Reg.-Baumeister, Dresden-N., Großenhainerstr. 43.
134. **Reuter**, Kreis-Kommunal-Baumeister, Bolchen i. Lothr.
135. **Richert, J. Gust.**, Konsulterande Ingeniör, Stockholm, Skepparegatan 4.
136. **Rörvik**, Dipl.-Ing., Greifenhagen i. Pom., Bohnenstr. 3.
137. **Rohlfs, H.**, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor, Köln a. Rh., Vorgebirgstr. 11 II.
138. **Ruchholtz, E.**, Dipl.-Ing., Sterkrade, Bahnhofstr. 36.
139. **Sarrazin, H.**, Reg.-Baumeister, Meiningen (Thür.), Charlottenstr. 1.
140. **Sarre**, Eisenbahndirektions-Präsident, Kattowitz (O.-S.), Wilhelmsplatz 10.
141. **Sauerwein**, Geh. Baurat, Harburg, Eißendorferstr. 9.
142. **Schacht**, Reg.- und Baurat, Saarbrücken 2, Triererstr. 12 II.
143. **Schacht, H.**, Architekt, Bremen, Hohenlohestr. 28.
144. **Scheck**, Reg.- und Baurat, Fürstenwalde (Spree).

145. **Scheele, E.,** Landes-Bauinspektor, Lingen a. Ems.
146. **Schelten-Petersen,** Geh. Baurat, Schloß Nordeck b. Hage i. Ostfriesland.
147. **Schilling,** Reg.-Baumeister, Lünen (Lippe), Parkstr. 15.
148. **Schleppinghoff, Carl,** Landes-Bauinspektor, Bochum, Bergstraße 79.
149. **Schlöbcke,** Baurat, Lüneburg.
150. **Schmidt, R.,** Architekt, Direktor der Gewerbe-Akademie Wismar i. Meckl.
151. **Schmiedel, O.,** Ober-Ingenieur, Friemersheim (Niederrhein), Krupp-Kasino.
152. **Schnauder, B.,** Baurat, Hamburg 21, Overbeckstr. 17.
153. **Schneider, A.,** Zivil-Ingenieur, Rosario de Santa Fé in Argentinien, Calle Urquiza 721.
154. **Schönfeld,** Eisenbahn-Direktor, Lippstadt.
155. **Schrader, A.,** Reg.- und Baurat, Essen (Ruhr).
156. **Schrader,** Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor, Göttingen, Prinz-Albrechtstr. 17II.
157. **Schüler,** Reg.-Baumeister, Charlottenburg, Knesebeckstr. 8/9.
158. **Schütz,** Dr.-Ing., Reg.-Baumeister, Magdeburg, Kaiserstr. 55II.
159. **Schulze, L.,** Reg.- und Baurat, Aurich.
160. **Schweitzer,** Stadt-Baumeister, Sterkrade, Allee 4.
161. **Schwering,** Eisenbahn-Direktions-Präsident, Wirkl. Geh Oberbaurat, Saarbrücken 2, Am Bahnhof 1.
162. **Schwidtal,** Reg.- und Baurat, Kassel.
163. **Seifert,** Reg.-Baumeister, Minden i. W., Blumenstr. 14 I.
164. **Sievers,** Reg.- und Baurat, Wilmersdorf b. Berlin, Kaiserplatz 16 II.
165. **Sikorski, Tadeus,** Professor, Krakau i. Galizien, Universität.
166. **Soldan,** Reg.-Baumeister, Hemfurt (Waldeck).
167. **Sprengell, W.,** Reg.- und Geh. Ober-Baurat, Halensee, Halberstädterstr. 3.
168. **Stahl,** Ingenieur, Gut Vegesackshalm b. Riga.
169. **Stieltjes, E. H.,** Zivil-Ingenieur, Haag.
170. **Storck,** Reg.- u. Baurat, Münster i. W., Wolbeckertr. 44 I.
171. **Steusland,** Dipl.-Ing., Fredricksstadt (Norwegen).
172. **Strebe,** Landes-Bauinspektor, Goslar, Georgenberg 3.
173. **Suadicani,** Ober- u. Geh. Baurat, Steglitz b. Berlin, Ringstr. 56 II.
174. **Süßapfel,** Baurat, Perleberg.
175. **Swain, George F.,** Professor of Civil Enginering Graduate School of Applied Science, Harvard-University, Cambridge, Boston.
176. **Sympher,** Geh. Oberbaurat, Berlin W. 80, Leipzigerstr. 125.
177. **Taurel, Luis F.,** Ingenieur, Buenos Aires, Calle Piedad 2549.
178. **Thürnau, K.,** Reg.-Baumeister, Vöhl (Reg.-Bez. Kassel).
179. **Tiemann,** Geh. Baurat, Berlin SW., Dessauerstr. 25.
180. **Twiehaus, E.,** Reg.- u. Baurat, Königsberg, Tragheimer Pulverstr. 51 a.
181. **Uhthoff,** Baurat, Aurich.
182. **Vater, A.,** Reg.- und Baurat, Köln, Am alten Ufer 1.
183. **Visscher van Gaasbeek, R.,** Arch., Basel, Grenzacherstr. 13.
184. **Vogt, W.,** Baurat, Gnesen, Wreschenerstr. 13.
185. **Voiges,** Geh. Baurat, Eigenheim b. Wiesbaden.
186. **Voigt,** Landes-Bauinspektor, Verden a. A., Holzmarkt 9.
187. **Voſs, C.,** Architekt, Hildesheim, Peinerstr. 4.
188. **Wagner, W.,** Reg.- und Baurat, Koblenz, Lohrrondell 8.
189. **Wagner, Carl A.,** Dr. phil., Oberlehrer, Königsberg i. Pr., Hintertragheim 66.
190. **Wasmann,** Baurat a. D., Lüneburg, Gartenstr. 23.
191. **Weidmann,** Stadt-Bauingenieur, Stettin, Verwaltungsgebäude, Magazinstraße.
192. **Weinrich,** Reg.-Baumeister, Osnabrück, Moltkestr. 19.
193. **Wesing, H.,** Architekt, Hildesheim.
194. **Werner, H.,** Reg.-Baumeister, Neurode i. Schles.
195. **Freiherr v. Westenholz,** Dr., Prof. an der Techn. Hochschule, Stuttgart.
196. **Westphal,** Zimmermeister, Lüneburg.
197. **Wilcke, C.,** Geh. Baurat, Genthin i. Altm.
198. **Windschild, O.,** Baurat, Tilsit, Hohestr. 66.
199. **Wilsmann, A.,** Reg.-Baumeister, Dortmund, Johannesstr. 27.
200. **Witte,** Baurat, Kassel, Parkstr. 25 II.
201. **Wolckenhaar,** Stadt-Baumeister, Goslar.
202. **Wollner,** Architekt, Hameln a. W.
203. **Wörner, Ad.,** Ingenieur, Budapest VII, Város ligeti fasor 38.
204. **Wunderlich,** Baurat, Bückeburg.
205. **Zimmermann, E. W. J.,** Marine-Intendantur- und Baurat, Wilhelmshaven, Gökerstr. 8c II.

Außerordentliche Mitglieder.

a. Einheimische.

1. **Assemann,** Dipl.-Ing., Gretchenstr. 52 II.
2. **Augustin,** cand. arch. Gustav-Adolfstr. 17 I.
3. **Bokelberg,** Reg.-Bauführer, Sallstr. 14 II.
4. **Crauel, G.,** Dipl.-Ing., Georgsplatz 10.
5. **Dempwolff,** Reg.-Bauführer, Heinrichstr. 38.
6. **Ecke,** Reg.-Bauführer, Hubertusstr. 1 I.
7. **Haſs,** Dipl.-Ing., Eichstr. 6 II.
8. **Hickfang,** Reg.-Bauführer, Warmbüchenstr. 18 III.
9. **Jahr,** Reg.-Bauführer, Dipl.-Ing., Sandstr. 32 I.
10. **Lettau,** Reg.-Bauführer, Rückertstr. 8.
11. **Liemann,** Reg.-Bauführer, Kollenrodtstr. 10.
12. **Richard, K.,** Dipl.-Ing., Lutherstr. 1 II.
13. **Schunck, B.,** Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Callinstr. 3 II

b. Auswärtige.

1. **Bühl,** Reg.-Bauführer, Diez (Lahn), Bahnhofstraße.
2. **Dubois,** Reg.-Bauführer, Bremen, Fehrfeld 6.
3. **Harupa,** Reg.-Bauführer, Oppeln.
4. **Huhn,** Dipl.-Ing., Königshütte (O.-S.), Tempelstr. 16 II.
5. **Knoenagel,** Reg.-Bauführer, Liegnitz, Grenadierstr 9 II.
6. **Kollmann,** Reg.-Bauführer, Bremen, Grünenweg 25.
7. **Kosfeld,** Reg.-Bauführer, Mainz-Kastel.
8. **Kron, H.,** Reg.-Bauführer, Emden, Ringstr. 7.
9. **Meyer, H.,** Dipl.-Ing., Limburg (Lahn), Neumarkt.
10. **Moll, H.,** Reg.-Bauführer, Köln a. Rh., Duffesbach 24 I.
11. **Mylius,** Reg.-Bauführer, Balve i. W.
12. **Ostendorf,** Reg.-Bauführer, Oldenburg i. Gr., Donnerschweerstraße 17a.
13. **Petzold,** Dipl.-Ing., Bochum, Herderstr. 7 I.
14. **Reichardt, G.,** Reg.-Bauführer, Magdeburg, Falkenbergstr. 8 II
15. **Reuter, P.,** Dipl.-Ing., Leipzig, Inselstr. 10 I. l.
16. **Richter,** Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Kassel, Hohenzollernstraße 172 I.
17. **Riemenschneider,** Reg.-Bauführer, Kassel, Wörthstr. 26.
18. **Rudloff,** Reg.-Bauführer, Essen (Ruhr), Dreilindenstr. 39.
19. **Schade, E.,** Reg.-Bauführer, Hildesheim, Mozartstr. 5.
20. **Schleyer, W.,** Reg.-Bauführer, Nakel i. P., Markt 33 II.
21. **Seyfferth,** Reg.-Bauführer, Hamburg 30, Wrangelstr. 14 II.
22. **Stapelmann, E.,** Reg.-Bauführer, Dortmund, Heiligerweg 70
23. **Steuernagel,** Reg.-Bauführer, Köln, Weidenbach 16.
24. **Wehrmann,** Dipl.-Ing., Lünen (Lippe), Victoriastr. 17.

Mitglieder-Stand.

5 Ehren-Mitglieder,
2 korrespondierende Mitglieder,
110 einheimische } ordentliche Mitglieder,
205 auswärtige }
13 einheimische } außerordentliche Mitglieder
24 auswärtige }
zusammen 359 Mitglieder.

Die Vereinsräume

befinden sich im Künstlerhause, Sophienstr. 2 p.
(Eingang Torweg rechts.)

Die Bibliothek ist geöffnet:

Mittwochs und Freitags von 6—8 Uhr abends.

Die Versammlungen

finden von Mitte Oktober bis Anfang Mai in der Regel am ersten und dritten Mittwoch jeden Monats, abends 8 1/4 Uhr, statt.

Zeitschriftenschau.

A. Hochbau,

bearbeitet von Reg.-Baumeister Dr.-Ing. Meyer in Hannover.

Kunstgeschichte.

Heimatkunst und Baukunst. Vergleichende Abhandlung von Reg.-Baumeister a. D. Klaiber. — Mit Abb. (Z. f. d. Baugew. 1910, Nr. 18.)

Das Dach in seiner künstlerischen Behandlungsweise. Aesthetische Studie von Reg.-Baumeister Lehweß. (Z. f. d. Baugew. 1910, Nr. 18.)

Würzburger Reiseskizzen; Schönbornkapelle, Neubauturm und Neumünsterfassade, vier Reiseskizzen von Wach. (Kirche 1910, Heft 9.)

Abteikirche Hersfeld, Vorbau am nördlichen Kreuzarm. Spätromanischer Bau aus der zweiten Hälfte des 12. Jahrhunderts. Kurze Baugeschichte des ehemaligen Benediktinerklosters Hersfeld. — Mit Abb. (Hirths Formenschatz 1910, Heft 2.)

Kirche der ehemaligen Zisterzienser-Abtei Marienstatt (1243—1324). — Mit 3 Abb. (Hirths Formenschatz 1910, Heft 5.)

Dom zu Erfurt, Ostflügel des Kreuzganges. Mitte des 15. Jahrhunderts. — Mit Abb. (Hirths Formenschatz 1910, Heft 3.)

Das Hohenzollernschloß „Kadolzburg" bei Fürth in Bayern; von Bauamtsassessor Fr. Thiersch. Von 1256—1540 Sitz der Hohenzollern. Baugeschichte. — Mit Abb. (Z. f. Bauw. 1910, Heft VII—IX.)

Spätgotische Portale aus Krakau. Ende des 15. Jahrhunderts. — Mit 2 Abb. (Hirths Formenschatz 1910, Heft 2.)

Westportal der Katharinenkirche in Krakau Ende des 15. Jahrhunderts. — Mit 2 Abb. (Hirths Formenschatz 1910, Heft 5.)

Westportal der Peterskirche in Görlitz. Uebergangsstil aus der Mitte des 13. Jahrhunderts. — Mit Abb. (Hirths Formenschatz 1910, Heft 6.)

Johannisaltar der Florianskirche in Krakau. Fränkisch-Polnische Holzschnitzerei von Stanislaus Stoß (etwa 1464—1530), der der älteste Sohn von Veit Stoß gewesen zu sein scheint, von 1494—1527 in Krakau lebte und in Nürnberg starb. (Hirths Formenschatz 1910, Heft 2.

Marienaltar in Krakau, von Veit Stoß 1477 bis 1489 geschnitzt. — Mit Abb. (Hirths Formenschatz 1910, Heft 5.)

Freitreppe und Verkündigungskanzel am Rathaus zu Görlitz. Kurze Baugeschichte (1534—1537). Mit Abb. (Hirths Formenschatz 1910, Heft 2.)

Rekonstruktion des Palastes des Diocletian zu Spalato; von Hébrard. — Mit zahlreichen Abb. (Constr. moderne 1910, Nr. 42.)

Vorhalle des Maurischen Sommerschlosses Generalife bei Granada. Anfang des 14. Jahrhunderts. — Mit Abb. (Hirths Formenschatz 1910, Heft 5.)

Säulenstellung aus S. Sergius und Bacchus zu Konstantinopel, erbaut 527—565. — Mit Abb. (Hirths Formenschatz 1910, Heft 6.)

Der Roland zu Bremen. Bemerkenswerte Untersuchung der Entstehung der Rolande. Sie waren wohl zuerst Spielfiguren, nach denen mit dem Speer gestochen wurde, und erst später nach Erneuerung in Stein ein Wahrzeichen des Hoheitsrechtes. — Mit Abb. (Hirths Formenschatz 1910, Heft 3.)

Römische Bronzestatuette des Jupiter aus dem 2. bis 3. Jahrhundert n. Chr., gefunden 1909 in Passau. Die Statuette wird zusammen mit andern bisher noch nicht veröffentlichten Stücken des Passauer Museums zum ersten Male veröffentlicht. — Mit Abb. (Hirths Formenschatz 1910, Heft 4.)

Oeffentliche Bauten.

Gebäude für kirchliche Zwecke. Moderner evangelischer Kirchenbau in Böhmen und Mähren. Kritische Besprechung der Entwicklung des modernen protestantischen Kirchenbaues an der Hand dreier Beispiele: Kirche in Raudnitz, Arch. Kuhlmann in Charlottenburg; Kirche in Prerau, Arch. Kuhlmann in Charlottenburg; Bethaus in Wall. Meseritsch, Arch. Kalda. — Mit Abb. (Kirche 1910, Heft 8.)

Neue Kirche in Reichenbach (Göppingen); Arch. Prof. R. Böcklen und C. Feil in Stuttgart. Interessante zweischiffige Anlage unter Benutzung des Turmes der alten Kirche; sehr glückliche Einfügung in das Dorfbild; Holzdecke, reicher Altar. 500 Sitzplätze, 290 Emporenplätze. Durch versenkbare Wände kann der Raum unter der südlichen Querschiffempore für besondere Zwecke abgetrennt werden. (Kirche 1910, Heft 7.)

Neubau der evangelischen Kirche zu Neumünster; Arch. Schlichting in Flensburg und Roß in Neumünster. Bauprogramm: 732 Sitzplätze, davon $^1/_3$ auf Emporen. Maße 50/84 ^{m} bzw. 50/80 ^{m}. Einschiffige Anlage mit Vorhalle, Westturm und geradem Chorschluß, dahinter Sakristei; Aborte; Orgelemporen mit 80 Sängerplätzen. Baukosten 170 000 M., davon 30 000 M. für innere Einrichtung. Barocker Ziegelbau, Architekturteile in Werkstein. (Kirche 1910, Heft 7.)

Sühnekapelle in Paris, Rue d'Anjou. Erbaut 1814—1826 als Votivkapelle auf einem ehemaligen Friedhof, der die Grabstätten von Ludwig XVI. und seinen ihm bis in den Tod getreuen Schweizern enthielt. — Mit Abb. (Constr. moderne 1910, Nr. 41.)

Neubau einer evangelischen Kirche in Zettin; Arch. Tarka in Köslin. Baukosten 38 000 M. (Deutsche Baugew.-Z. 1910, Heft 71.)

Entwurf für den Neubau einer Kirche in Crimmitschau; Arch. Fritz Kohl in Plauen i. V. Quadratischer Grundriß, moderne Formen mit reicher Turmausbildung und sehr hohen und belebten Dächern. Thüringer Muschelkalk und fränkischer Sandstein. Kosten 250 000 M., für 1 ^{cbm} 18 M., beim Turmbau 25 M. (Kirche 1910, Heft 7.)

Wettbewerb für die evangelische Lukaskirche in Frankfurt a. M.-Sachsenhausen. 1000 Sitzplätze. Baukosten 250 000 M. 10 Entwürfe. I. Preis: Arch. Leonhardt in Frankfurt a. M. (Deutsche Konkurrenzen 1910, Heft 6.)

Neue katholische Pfarrkirche in Bengen (Koblenz); Arch. Tasche in Bonn. Einschiffiger, frühgotischer Bau mit altem Westturm; 250 Sitzplätze; Baukosten 35 000 M. — Mit Abb. (Kirche 1910, Heft 9.)

Neubau von Kirche und Pfarrhaus für die evangelische Gemeinde Schwanheim a. M.; Arch. Baeppler in Frankfurt a. M. Einschiffig; 350 Sitzplätze; über dem Kirchenschiff Gemeindesaal; Baukosten 140 000 M. Putzbau mit Bruchsteinsockel. — Mit Abb. (Kirche 1910, Heft 9.)

Neubau der Herz-Jesu-Kirche in Pfersee (Schwaben); Arch. Kurz in Augsburg. Putzbau in modern empfundenen frühromanischen Formen. Der 80 ^{m} hohe

Turm und der Dachreiter mit barock geschwungenen Hauben. Basilika mit östlichem Querhaus und drei Absiden; Holzdecke; Architekturteile in Muschelkalk und Kunststein. Gesamtkosten 600 000 M. — Mit Abb. (Kirche 1910, Heft 8.)

Neubau der katholischen Marienkirche in Biesenthal i. d. Mark; Arch. Paul Ueberholz in Charlottenburg. Zentralkirche in modernen Barockformen. Außenflächen in Zementspritzbewurf, gelblich getönt; Portale in Kunststein; Spannweite der Kuppel 10 m, Höhe 20 m; 200 Sitzplätze, 400 Stehplätze; Baukosten 90 000 M. (Kirche 1910, Heft 5/6.)

Neue protestantische Kirche in Bierbach (Rheinpfalz); Arch. Raysz in Kaiserslautern. Einschiffiges Langhaus; an der Westfront Turm, Aufgang zur Orgelempore und Eingang mit Windfang; im Osten neben dem Chor Sakristei und Treppenturm. Taufstein und Kanzel liegen symmetrisch an den Durchdringungsstellen von Chor und Langhaus. Intime, ländliche Formen; weiße Putzflächen, rotes Biberschwanzdach, Turm geschiefert; Baukosten einschließlich innerer Einrichtung 40 000 M.; 224 Sitzplätze, davon 44 auf der Orgelempore. (Kirche 1910, Heft 5/6.)

Evangelische Kirche in Brambauer bei Dortmund; Arch. Mucke in Hagen i. W. Kreuzförmiger einschiffiger Backsteinbau in modernen, romanisierenden Formen mit Werksteinsockel und teilweise geputzten Flächen. Im Westen, den Turm flankierend, zwei Treppentürme für die Emporen. Insgesamt 795 Sitzplätze. Malereien von Berg in Dortmund. Baukosten 142 000 M. Das Pfarrhaus kostete 23 000 M. (Kirche 1910, Heft 5/6.)

Neue katholische Kirche für Goczalkowitz (Oppeln); Arch. Ludwig Schneider in Breslau. Ersatz für die abgebrannte, 250 Jahre alte Holzkirche. Einschiffig, mit kurzen Kreuzarmen. Neben dem Chor Sakristei und Paramentenraum. Eingebauter Westturm. Die Architektur, in bodenständigen Renaissanceformen, wirkt infolge der vielen Giebel, An- und Aufbauten in der Perspektive unruhig. 300 Sitzplätze, 200 Stehplätze. Baukosten ohne Malerei 75 000 M. (Kirche 1910, Heft 5/6.)

Entwurf zu einem Gemeindehaus für die Tragheimer Gemeinde in Königsberg i. P.; Arch. H. Mattar und E. Scheler in Köln. Saalbau in guten modernen Formen und vornehmer ruhiger Anordnung. Zwei Säle, Bühne, zwei Nebenräume, Wohnungen für den Hausvater und zwei Schwestern. Baukosten 100 000 M., 1 cbm 18 M. Außenflächen geputzt, Sockel und Architekturglieder in Beton, Decke in Eisenbeton. (Kirche 1910, Heft 5/6.)

Gebäude für Verwaltungszwecke und Vereine. Neubau der Königlichen Ansiedlungskommission in Posen; von Landbauinspektor Riepert. Baukosten 2 255 000 M. — Mit Abb. (Z. f. Bauw. 1910, Heft 10/12.)

Generaldirektionsgebäude in Stuttgart (Wettbewerb). 9 Entwürfe. Baukosten rd. 2 250 000 M., 1 cbm 21 M. (Deutsche Konkurrenzen 1910, Heft 3.)

Neues Gebäude der Berliner Handwerkskammer; Arch. Sonnenburg, Meyer und Kreich. Moderne Formen. — Mit Abb. (Z. f. d. Baugew. 1910, Nr. 20.)

Rathaus für Lankwitz (Wettbewerb). I. Preis: Gebr. Katz in Berlin. (Deutsche Konkurrenzen 1910, Heft 2.)

Rathaus in Schöneberg (Wettbewerb). 6 Entwürfe. I. Preis: Arch. Berger und Niedenhoff in Schöneberg, Baukosten 3½ Mill. M., 1 cbm 27 M. I. Preis im engern Wettbewerb und Ausführung: Jürgensen und Bachmann in Charlottenburg. (Deutsche Konkurrenzen 1910, Heft 2.)

Rathaus in Schkeuditz (Wettbewerb). I. Preis: Arch. Günther in Hamburg. (Deutsche Konkurrenzen 1910, Heft 3.)

Rathaus für Gleiwitz (Wettbewerb). 10 Entwürfe. Baukosten 1 500 000 M. (Deutsche Konkurrenzen 1910, Heft 12.)

Rathausneubau zu Mügeln bei Dresden; Arch. Gebr. Kießling in Dresden. Im Untergeschoß die Polizeiverwaltung, im Erdgeschoß Sparkasse, Steuer- und Stadtverwaltung, im Obergeschoß Sitzungssäle und Standesamt; Wohnung des Gemeindevorstandes im Obergeschoß und Mansardengeschoß; Nebengebäude mit Räumen für die Feuerwehr und Unterbeamten-Wohnungen. Moderne Renaissanceformen. (Baugew.-Z. 1910, Nr. 43 und 44.)

Neues Rathaus in Rédon. Rechteckiger Grundriß von 16,3 × 22 m. Baukosten 120 000 M. — Mit Abb. (Constr. moderne 1910, Nr. 41.)

Gemeindehaus zu Gutach im Schwarzwald. Saal für 300 Personen, Lesesaal, Kochschule, Dorfmuseum, Schwesterwohnungen, Armenzimmer. Schwarzwälder Bauweise. — Mit Abb. (Z. f. d. Baugew. 1910, Nr. 16.)

Gewerbehaus für Metz. Entwurf von Arch. Oberthür in Straßburg i. E. Baukosten 630 000 M.; Frührenaissance; mit überbautem Bürgersteig. (Deutsche Konkurrenzen 1910, Heft 4/5.)

Kreissparkasse für Lüneburg. Moderner Backsteinbau mit Lüneburger Motiven; gute Ecklösung. Im Erdgeschoß acht Geschäftsräume, im Obergeschoß neun Wohnräume. Entwurf des Arch. Siebrecht in Hannover (I. Preis). (Deutsche Konkurrenzen 1910, Heft 10.)

Gebäude für Unterrichtszwecke. Neue Technische Hochschule in Breslau. Gesamtbaukosten 5 800 000 M. — Mit zahlreichen Abb. (Z. f. Bauw. 1910, Heft 10—12.)

Schulen in Frankfurt a. M. (Wettbewerb). Preisgekrönte und angekaufte Entwürfe zu einer 34 klassigen Doppelbürgerschule und 17 klassigen Mittelschule. (Deutsche Konkurrenzen 1910, Heft 10.)

Kunstgewerbeschule in Köln (Wettbewerb). Acht Entwürfe. Einheitspreis der Baukosten 18 M. für 1 cbm. (Deutsche Konkurrenzen 1910, Heft 1.)

Volks- und Gewerbeschule in Gernsbach i. B. (Wettbewerb). I. Preis: Arch. Ostermeyer in Schönau. (Deutsche Konkurrenzen 1910, Heft 6.)

Neue Schnitzerschule in Oberammergau; Arch. Professor Zell in München (Erbauer und Einrichter des Oberammergauer Ortsmuseums). Moderner, ländlicher Barockbau in schlichten Formen, meisterhaft in Anordnung und innerm Ausbau. — Mit Abb. (Kunst und Handwerk 1910, Heft 12.)

Gebäude für Gesundheitspflege. Neuer Hohenzollern-Sportpalast und Wintervelodrom in Berlin; Arch. Reg.-Baumeister a. D. Dernburg und Ingenieur Biesold in Berlin. Eisfläche 2000 qm, Hauptsaal 6000 qm; 8000 Personen. Baukosten rd. 5 000 000 M. — Mit Abb. (Baugew.-Z. 1910, Nr. 52.)

Turnhalle in Buchholz (Wettbewerb). I. Preis: Zapp & Basarke in Chemnitz. (Deutsche Konkurrenzen 1910, Heft 4/5.)

Städtisches Hallenschwimmbad in Darmstadt; Arch. Stadtbaurat Buxbaum in Darmstadt. Naturputz mit Flonheimer Sandstein. Baukosten 900 000 M. (Deutsche Konkurrenzen 1910, Heft 1.)

Neues Bad in Paris, Rue de la Condamine; Arch. Fagot. Nur Zellenbäder. — Mit zahlreichen Abb. (Constr. moderne 1910, Heft 48.)

Badehaus in Chatel-Guyon (Puy-de-Dôme); Arch. Chaussemiche. Modern-romanisch. — Mit Abb. (Constr. moderne 1910, Nr. 3.)

Klubhaus für Segelsport in Hâvre; Arch. Daniel. — Mit Abb. (Constr. moderne 1910, Heft 50.)

Wohltätigkeitsanstalten. Neubau des Waisenhauses in Straßburg-Neudorf; Arch. Vetterlein in Darmstadt. 160 Kinder; zwei Nebengebäude mit Wohnungen; Baukosten 680 000 M. (Deutsche Konkurrenzen 1910, Heft 12.)

Gebäude für Kunst und Wissenschaft. Ozeanographisches Museum in Monaco; Arch. Delefortric. — Mit zahlreichen Abb. (Constr. moderne 1910, Nr. 35 und 36.)

Handelsmuseum in Dünkirchen. — Mit Abb. (Constr. moderne 1910, Heft 45.)

Theater in Hagen i. W. (Wettbewerb). 11 Entwürfe. I. Preis: Dülfer in Dresden. 1000 Sitzplätze. Baukosten 750000 M. (Deutsche Konkurrenzen 1910, Heft 11.)

Gebäude für Ausstellungszwecke. Architektur der Brüsseler Weltausstellung 1910. — Mit Abb. (Constr. moderne 1910, Nr. 1.)

Stadthalle und Ausstellungsgebäude für Hannover. Kritische Besprechung des Wettbewerb-Ergebnisses von Albrecht Haupt. (Deutsche Konkurrenzen 1910, Heft 1.)

Privatbauten.

Gasthäuser. Neubau des Hotels Royal-Palace in Paris, Rue de Richelieu; Arch. Lemaire. — Mit Abb. (Constr. moderne 1910, Nr. 44.)

Wohn- und Geschäftshäuser. Einfamilien-Wohnhäuser; Arch. Opitz in Straßburg i. E. Die geringen Baukosten (10 000 M. und 11 000 M.) sind bemerkenswert bei ansprechendem Aeußern. Im Erdgeschoß Diele, Küche, zwei Zimmer, Nebenräume; im Obergeschoß drei Zimmer und Bad. (Baugew.-Z. 1910, Nr. 45.)

Dreihäuser-Gruppe in Aachen; Arch. Haenselmann in Stuttgart. Baukosten 18 000 bzw. 25 000 M. (Baugew.-Z. 1910, Nr. 59.)

Wohn- und Geschäftshaus in Bielefeld; Arch. Strube in Bielefeld. Im Erdgeschoß Eckladen, Küche, vier Räume; in den Etagen sechs Räume mit Zubehör und Kohlenaufzug. Baukosten 100 000 M. Moderne Barockformen. (Baugew.-Z. 1910, Nr. 53.)

Landhaus in Homberg (Reg.-Bez. Kassel); Arch. Keller in Essen. (Deutsche Baugew.-Z. 1910, Heft 61.)

Villa in Dieppe; Arch. Savignac. (Constr. moderne 1910, Nr. 4.)

Mietshaus für Kleinwohnungen, Paris. Vierzimmerwohnungen. Jedes Zimmer mit Kamin. Schauseite in Backstein mit wenig Werkstein. — Mit Abb. (Constr. moderne 1910, Nr. 40.)

Familienwohnhaus in Paris, Avenue Elisée-Réclus. Beispiel der Bebauung des Marsfeldes (ähnlich dem Parc Monceau). Interessanter Grundriß. — Mit Abb. (Constr. moderne 1910, Nr. 33.)

Wohnhausneubau auf dem Marsfeld in Paris; Arch. Marteroy. — Mit Abb. (Constr. moderne 1910, Nr. 2.)

Wohnhaus in Paris, Rue Georges Saché; Arch. Vasseur. Preis für Eßzimmer, Wohnzimmer, Schlafzimmer, Küche, Bad, Toilette 680 M. (Constr. moderne 1910, Heft 51.)

Villa in Pierrefonds. Baukosten 16 000 M. — Mit zahlreichen Abb. (Constr. moderne 1910, Nr. 42.)

Landwirtschaftliche Bauten. Neubauten auf der Domäne Zehdenick (Reg.-Bez. Potsdam). Brennerei, Rindviehstall, Pferdestall, Schmiede, Speicher, Scheune, Wohnhäuser, Schule. Baukosten 607 600 M. — Mit Abb. (Z. f. Bauw. 1910, Heft 7—9.)

Schloßbauten. Kaiserschloß in Posen. Kurze Notiz. — Mit Abb. (Deutsche Baugew.-Z. 1910, Heft 64.)

Hochbaukonstruktionen.

Häuser aus Betonhohlblöcken. Betonhohlblöcke, deren Inhalt gleich 16 Normalziegeln ist, in der Mischung 1:6, mit einem Vorsatzbeton von 1:3, werden wie Werksteine versetzt. Ausführung dreier Beispiele, deren Aeußeres sehr zu wünschen übrig läßt. (Z. f. d. Bauw. 1910, Heft 15.)

Neuzeitliche Gewächshäuser von O. Mehlhorn in Schweinsburg. Beschreibung einer neuen Art von Gewächshäusern mit Oberheizung, künstlicher Regenvorrichtung und Dächern aus geripptem Rohglas ohne Schattenwirkung. (Z. f. d. Baugew. 1910, Heft 11.)

Patent-Glasdecken von Erich Lange & Co. in Dresden. Eine in gesundheitlicher Beziehung (für Läden mit Lebensmitteln, Bäckereien, Gastwirtschaften, Badezimmer, Küchen usw.) vollkommene Glasdecke, die auch an vorhandene Decken angeschraubt werden kann. (Z. f. d. Baugew. 1910, Heft 11.)

Wasserdichter Putz „Ceresit". Beschreibung der wichtigsten Fälle wasserdichten Abschlusses mit diesem Putz. (Z. f. d. Baugew. 1910, Heft 13.)

Verwendung von Korkplatten für bauliche Zwecke als Schutz gegen Feuchtigkeit und Schall. (Z. f. d. Baugew. 1910, Nr. 17.)

Schlackensteine. Beschreibung der Herstellung. (Z. f. d. Baugew. 1910, Heft 9.)

Nachträgliche Isolierung der Heiliggeist-Kirche in München. Nach dem Verfahren von Stadler-Gayer wurden die Umfassungsmauern mit einer maschinell betriebenen Stahlsäge 4 cm stark aufgeschnitten und in den Schlitz wurde dann stückweise asphaltiertes Walzblei eingeschoben. (Constr. moderne 1910, Nr. 6.)

Innerer Ausbau, Ornamentik, Kunstgewerbe, Kleinarchitektur.

Ausstellung bemalter Wohnräume, München 1910. Auf Anregung von Gabriel v. Seidl hat in München im alten Augustinerstock eine Ausstellung moderner Wohnräume stattgefunden, die den Fortschritt der Malerei in der Behandlung der Wandflächen und Möbel zeigen soll. — Mit Abb. (Kunst u. Handwerk 1910, Heft 10.)

Das neuzeitliche Fenster. Kritik der Nachteile unsers modernen Wohnhausfensters; Empfehlung des Stumpfschen Reformschiebefensters (Rich. Biel in Itzehoe) von Stadtbaurat Schönfelder in Elberfeld. (Z. f. d. Baugewerbe 1910, Heft 14.)

Kirchliche Kunst auf der Weltausstellung in Brüssel 1910. Kurzer Hinweis von vom Hain in Berlin. (Kirche 1910, Heft 8.)

Die kirchliche Kunst auf der pfälzischen Kreisausstellung für Industrie und Gewerbe in Regensburg 1910. Kritische Besprechung der ausgestellten Erzeugnisse moderner kirchlicher Kunst. — Mit Abb. (Kirche 1910, Heft 9.)

Bildhauerwerke von Max Heilmaier, Direktor der Kunstgewerbeschule in Nürnberg. Apostel der Stadtpfarrkirche zu Wasserburg a. Inn; Ersatz alter Figuren an St. Jakob in Rothenburg o. T.; Orgelempore der katholischen Pfarrkirche zu Neumarkt in der Oberpfalz (Arch. J. Schmitz); Relief an dem Pfarrhaus der reformierten St. Marthakirche zu Nürnberg; hölzerner St. Georg für die Kirche in Gachenbach; Reliefs der St. Josephbrücke in München (Arch. Theod. Fischer); Reliefs der Turnhalle in Nürnberg; Skulpturenschmuck der Sparkasse in Bozen (Arch. Kürschner) und des Friedhofs in Meran

(Arch. J. Schmitz); Statuen am Münchner Rathaus (Arch. Hauberisser) und am Heiliggeistspital (Arch. Grässel); ferner eine große Anzahl von Kleinplastiken. — Mit Abb. (Kunst u. Handwerk 1910, Heft 9.)

Kirchliche Edelmetallarbeiten von Josef Fuchs in Paderborn. Kritische Besprechung von Abendmahlskelchen und einem Bischofsstab. Wirkungsvolle, zweckmäßige, moderne Formengebung. -- Mit Abb. (Kirche 1910, Heft 5/6.)

Neuere Münchner Eisenarbeiten; Abhandlung von Alex. Heilmayer. Mit zahlreichen Abbildungen von Kronleuchtern, Tischlampen, Feuerböcken, Laternen, Uhren, Kassetten, Rauchgerät, Leuchtern, Gittern, Heizkörper-Verkleidungen und Aehnlichem. (Kunst u. Handwerk 1910, Heft 11.)

Neue Barbaraglocke für die Maria-Magdalenen-Kirche in Eberswalde. Nachguß der gesprungenen alten Glocke von 1518 durch die Firma Ohlssan in Lübeck. Höhe 1,70 m, Gewicht 50 Zentner. (Kirche 1910, Heft 5/6.)

Städtebau.

Die neuzeitliche Großstadt und der Wettbewerb Groß-Berlin. Kurze Besprechung der preisgekrönten Entwürfe des Wettbewerbs von Reg.-Baumeister a. D. Oberlehrer Klaiber in Holzminden. (Z. f. d. Baugew. 1910, Heft 13.)

Graphische Darstellung der baulichen Entwicklung Berlins und des Berliner Steinhandels. Statistische Uebersicht mit Tabellen. (Baugew.-Z. 1910, Nr. 48.)

Allgemeine Städtebau-Ausstellung; ausführliche Abhandlung mit zahlreichen Abbildungen von Theod. Goecke. (Städtebau 1910, Heft 7/8.)

Gartenstadt Frohnau bei Berlin. Vom Stettiner Vorortbahnhof in 35 Minuten zu erreichen. 3000 Morgen Waldgelände, 40 km Straßen, künstlicher See von 9 Morgen. Im Entstehen begriffen. (Baugew.-Z. 1910, Nr. 39.)

Zweifamilienhäuser für Großstädte. Rechnerischer Nachweis der Ertragsfähigkeit von Zweifamilien-Wohnhäusern mit Garten für Großstädte (6,1 %) von Dr. Kuczynski und Lehweß in Berlin. (Städtebau 1910, Nr. 6.)

Bebauung der Bennigsenstraße in Hannover (Wettbewerb). 14 Entwürfe. I. Preis: Arch. Usadel in Hannover. (Deutsche Konkurrenzen 1910, Heft 4/5.)

Genua, ein Bergstadtideal. Abhandlung über die Verdienste der Stadt Genua um ihre städtebauliche Entwicklung von Stadtbaurat Schönfelder in Elberfeld. — Mit Plänen und Abb. (Städtebau 1910, Heft 6.)

Rekonstruktion der Piazza del Campo in Siena. Schaubild von Hébrard. (Constr. moderne 1910, Heft 46.)

Belgische Städte; von Dipl.-Ing. Werner Müller. — Mit Abb. (Städtebau 1910, Heft 9.)

Städtebauliche Bemerkungen aus Brüssel; von Volkmann in Erfurt. (Städtebau 1910, Heft 9.)

Die Stadtmitte von Paris und die Knotenpunkte des Verkehrs; von Arch. Hénard in Paris. — Mit Plänen. (Städtebau 1910, Heft 10.)

Kritische Untersuchung der Verdienste Haussmanns um die städtebauliche Entwicklung von Paris. (Constr. moderne 1910, Heft 48.)

Denkmäler.

Das Meßbildverfahren; von Nothnagel. — Mit Abb. (Deutsche Baugew.-Z. 1910, Heft 65, 66 u. 69.)

Hohkönigsburg. Kritische Untersuchung der Frage des Donjon. (Constr. moderne 1910, Nr. 34.)

Das heimatliche Dach; von Geh. Hofrat Prof. Pfeifer in Braunschweig. Interessante kurze Abhandlung über das deutsche Dach und seine ästhetische Bedeutung für Landschaftsbild, Dorf- und Stadtbild, besondere Berücksichtigung des niedersächsischen Strohdaches und seiner Wiedergeburt. (Z. f. d. Baugew. 1910, Heft 14.)

Wiederherstellung des Löwener Stadthauses; von Baurat v. Manikowsky. Baukosten 1 250 000 M. (Z. f. Bauw. 1910, Heft VII—IX.)

Kirche Kalender-Djami in Konstantinopel; Rekonstruktionsversuch von Thiers. — Mit Abb. (Constr. moderne 1910, Nr. 51.)

Place des Victoires in Paris. Mahnruf zu seiner Erhaltung. — Mit Abb. (Constr. moderne 1910, Nr. 52.)

Tätigkeit der Kunstkommission in Newyork; Vortrag von Schneegans in Essen. (Städtebau 1910, Heft 10.)

Verschiedenes.

Ton-, Zement- und Kalkindustrie-Ausstellung zu Berlin-Baumschulenweg. — Mit Abb. (Baugew.-Z. 1910, Nr. 46, 47, 50, 53.)

Wer darf sich Architekt nennen? Entscheidung des 8. Zivilsenats des Kammergerichts in dem Urteil vom 19. Mai 1906, daß selbständiges Können und akademisches Studium Bedingung für die Führung des Titels „Architekt“ sind. Besprechung des Wertes von Architektenkammern. (Z. f. d. Baugew. 1910, Heft 9.)

Sicherheitsmaßregeln gegen Blitzschutz. Besprechung der Anordnungen nach Gay-Lussac und Melsen durch Stadtbaumeister a. D. Kos. (Baugew.-Z. 1910, Nr. 38.)

Holzzerstörende Insekten; von Arch. Schmidt in Johannisthal. — Mit Abb. (Z. f. d. Baugew. 1910, Nr. 17.)

Flammensicherer Anstrich. Ludwig Moser in Frankfurt a. M. stellt ein neues Tränkungsmittel her, das nach den angestellten Versuchen sehr wirksam sein soll. Behörden und Großbetriebe können das Rezept käuflich erwerben und dann selbst tränken. (Kirche 1910, Heft 5/6.)

Le grand prix de Rome. Architekturwettbewerb in Frankreich. Der Preis besteht in einem freien Studienaufenthalt in Rom. Zwei Entwürfe. (Constr. moderne 1910, Heft 47.)

Architektur der Südbrücke in Köln; von Schwechten in Berlin. — Mit Abb. (Baugew.-Z. 1910, Nr. 37.)

Haussprüche in alter und neuer Zeit; von Arch. Karsch. Kurze geschichtliche Entwicklung. (Z. f. d. Baugew. 1910, Nr. 19.)

B. Heizung, Lüftung und künstliche Beleuchtung,

bearbeitet von Dr. Ernst Voit, Professor in München.

Heizung.

Heizwerte von Brennstoffen (s. 1910, S. 255). Zusammenstellung der 1909 im chemischen Laboratorium des Bayerischen Rev.-Vereins kalorimetrisch ermittelten Heizwerte. (Z. d. Bayer. Rev.-Ver. 1910, S. 123.)

Verdampfungsversuche (s. 1910, S. 255). Zusammenstellung der im Jahre 1909 von dem Bayerischen Rev.-Vereine durchgeführten Verdampfungsversuche. (Z. d. Bayer. Rev.-Ver. 1910, S. 143, 163, 177, 203.)

Heizziegel aus Säge- und Hobelspänen. Ganz & Co. in Ratibor haben eine Presse gebaut, durch die Säge- und Hobelspäne in versandfähigen Brennstoff umgewandelt werden. Die Ziegel haben einen Heizwert von 3- bis 4000 Kalorien, sind leicht entzündlich und hinterlassen wenig Asche. (Prometheus 1910, 9. Febr.; Bayer. Ind.- und Gew.-Bl. 1910, S. 370.)

Rationelle Heizung. Dr. Tschaplowitz in Leipzig berichtet über Versuche an Malgréöfen. Es sind dies Kachelöfen von geringer Höhe mit wagerechten Zügen und Düsen für Zuführung von Sekundärluft zum Feuer. Die Feuertüren werden 5 bis 15 Minuten nach dem Anschüren geschlossen. Gute Heizleitung. (Z. f. öffentl. Chemie 1910, Heft XI; Gesundh.-Ing. 1910, S. 670.)

Heizung unsrer Wohnräume. Der Kachelofen wird für die Heizung von Wohnräumen am zweckentsprechendsten gehalten; verschiedene Mängel der Sammelheizungen, Dampf- und Warmwasserheizungen und auch der eisernen Oefen werden aufgezählt. (Südd. Bauz. 1910, S. 309.)

Schornsteinversottung. Stadtbaumeister a. D. Kos macht darauf aufmerksam, daß beim Anheizen eines Ofens in dem geheizten Raum oder auch in Nebenräumen ein sehr übler Geruch auftrete, der davon herrühre, daß die Rauchgase, wenn sie einen noch nicht ausgetrockneten Schornstein durchströmen, Vergasungsrückstände im Mauerwerk absetzen. Einige Mittel gegen die unangenehme Wirkung der Schornsteinversottung. (Südd. Bauz. 1910, S. 308.)

Brennstoffverbrauch bei Luftheizungen im Vergleich zu demjenigen bei andern Sammelheizungen; von W. Pyrkosch. Bei einer Luftheizungsanlage wird für ein Gebäude, dessen Wärmebedarf 15 000 bzw. 8000 bzw. 4000 Wärmeeinheiten bei -20^0, $+8^0$ und 0^0 Außentemperatur beträgt, die Wärmeleistung des Ofens zu 35 000 bzw. 13 300 bzw. 5600 Wärmeeinheiten angesetzt. Wenn nun bei Warmwasser- oder Dampfheizung ebenfalls eine Lufterneuerung, etwa ein einmaliger Luftwechsel in der Stunde, erfolgt, sind die von den Ofenanlagen abzugebenden Wärmemengen bei diesem Wärmebedarf $15\,000 + 5120 = 20\,120$ bzw. $8000 + 2560 = 10\,560$ bzw. $4000 + 1540 = 5540$ Wärmeeinheiten. Unter diesen Voraussetzungen verringert sich der Mehraufwand einer Luftheizung bei steigender Außentemperatur sehr rasch gegenüber dem Wärmeaufwand einer Warmwasser- oder Dampfheizung. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 572.) — C. Reutti bemängelt, daß hierbei der natürliche Luftwechsel zwar für Warmwasser- und Dampfheizung, nicht aber für Luftheizung berücksichtigt wurde. Pyrkosch entgegnet, daß er von vornherein angenommen habe, daß ein besonderer Windfall ausgeschlossen sein soll, und ferner, daß bei Luftheizung mit Frischluftzuführung natürlicher Luftwechsel wohl nicht stattfindet. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 667.)

Druckluftheizanlage im neuen Realgymnasium zu Plauen i. V. Die Frischluft wird von einem Sirocco-Zentrifugalventilator durch einen Vorwärmkessel angesaugt, mit geringem Ueberdruck in die Warmluftkammer gepreßt und durch Nachwärme-Radiatoren den Warmluftkanälen der einzelnen Zimmer zugeführt. Dem Vorwärmkessel und dem Radiator wird der Heizdampf durch drei Niederdruckdampfkessel geliefert. Die Abluftkanäle der Zimmer führen die Luft nach einem gemeinschaftlichen Sammelkanal im Dachgeschoß und von da unmittelbar ins Freie oder beim Anheizen durch einen abwärts führenden Schacht wieder in den Frischluftkanal, so daß eine Umluftheizung entsteht. Turnhalle, Aula und Treppenhäuser werden durch örtliche Dampfheizkörper, die Lehrerzimmer durch Ofen erwärmt. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 688.)

Gegenwärtiger Stand der Gliederkesselindustrie; von Dipl.-Ing. Pradel. Die neuen Anordnungen bezwecken hauptsächlich die Verwendung bestimmter Brennstoffe, insbesondere der Braunkohlenheizziegel. Beschrieben werden der Reformkessel, der Gegenstromgliederkessel von Höntsch, der Hildener Schnellumlaufkessel, die neuen Kessel des Strabel Werkes, der Catena- und Rova-Kessel, sodann von abgeänderten ältern Bauarten der Nationalkessel, der Lollar- und Sektionskessel, der geteilte Dampfkessel von Höntsch und der Gliederkessel mit Heizgliedern nach O. Bernhardt. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1910, S. 1225.)

Braunkohlenheizziegel für Sammelheizungen. Im Hinblick auf die immer steigenden Kosten der Koke und die Vorzüge der Braunkohlenheizziegel werden Versuche angeregt, Sammelheizungen mit diesen zu beheizen. Geeignet hierfür seien die Heizrohrkessel mit auf- und absteigenden Rohren und insbesondere diejenigen mit Wasserrohr-Korbrost aus Fieldrohren. Auch gußeiserne Gliederkessel, die außer dem Füllraum eine größere Anzahl von Seiten-, Unter- und Oberzügen aufweisen, seien verwendbar. (Z. d. Bayer. Rev.-Ver. 1910, S. 161.)

Untersuchung von Schutzanstrichen für Sammelheizungen und verwandte Anlagen; von Dr. O. Kröhnke. Die Untersuchungen sollten die gebräuchlichen Anstriche auf den Grad ihrer Widerstandsfähigkeit gegen die bei der Sammelheizung hauptsächlich in Frage kommenden Beanspruchungen prüfen. Es ergab sich, daß 1. die untersuchten Schutzanstriche den Einwirkungen von Dampf und fließendem heißen Wasser nur kurze Zeit widerstehen, die reinen Leinölanstriche aber besser als die Teererzeugnisse, 2. gegen mechanische Beanspruchungen ebenso die Teererzeugnisse den reinen Leinölanstrichen gegenüber eine geringere Widerstandsfähigkeit zeigen, 3. die Widerstandsfähigkeit überhaupt sich nach den mechanischen Eigenschaften der erhärteten Schutzdecke und der Oberflächenbeschaffenheit des gestrichenen Gegenstandes richtet. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 601.)

Längenausgleicher für Rohrleitungen; von Ing. G. Hübel. Zweck und Verteilung der Festpunkte; durch Wärmeausdehnung der Leitungen hervorgerufene Spannungen und Formänderungen; verschiedene Ausgleichvorrichtungen, nämlich Drehflanschenverbindungen, Federrohre, Stopfbüchsenkompensatoren, Kugelgelenkkompensatoren und Schlauchkompensatoren. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 509.)

Berechnung der Rohrleitungen bei Niederdruckdampfheizung (s. 1910, S. 408). E. Ritt gibt noch drei weitere Tabellen, denen andre Ueberdrucke zugrunde gelegt sind. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 709, 710.)

Wärmeabgabe von gußeisernen Heizkörpern. J. Allen leitet aus Versuchen Formeln für die Wärmedurchgangsbeiwerte von gußeisernen Heizkörpern unter Veränderung der Luft- und Dampftemperatur ab und findet für zweisäulige Radiatoren $K = 0{,}0316\,(t_m - t_z) + 6{,}44$ und für dreisäulige Radiatoren $K = 0{,}0410\,(t_m - t_z) + 5{,}56$, wobei t_m die Dampftemperatur am Heizkörper und t_z die Raumtemperatur bedeutet. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 588.)

Abhängigkeit der Wärmeübergangszahl von der Rohrlänge. Dr. W. Nusselt stellt durch Rechnung fest, daß die Wärmeübergangszahl von einer Rohrwand an eine durch das Rohr strömende Flüssigkeit von der Rohrlänge abhängt. Am Eintritt des Stromes in das Rohr hat der Wärmeübergang seinen größten Wert, der von der Temperaturverbreitung im Eintrittsquerschnitt abhängt. Die Wärmeübergangszahl nähert sich mit zunehmender Rohrlänge einem untern Grenzwert, der von

jener Temperaturverteilung unabhängig ist. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1910, S. 1154.)

Wärmeleitfähigkeit von Schutz- und Baustoffen; von Dr.-Ing. H. Gröter. Die Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit bei verschiedenen Temperaturen bestätigte das von Nusselt gefundene Ergebnis, daß die Leitfähigkeit der Wärmeschutzstoffe mit zunehmender Temperatur zunimmt. Wärmeleitzahlen einer Reihe von Baustoffen und Wärmeschutzstoffen. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1910, S. 1319.)

Oelfeuerungen für Kesselanlagen. Bei großen Kesselfeuerungen, bei denen besonderer Wert darauf zu legen ist, daß jede Ruß- und Rauchbelästigung vermieden wird, wie z. B. in Krankenhäusern, bietet eine Verfeuerung von Rohöl mancherlei Vorteile, auch ist der Betrieb vollkommen selbsttätig und sehr reinlich. Am meisten empfohlen wird die Anlage, bei der das Oel unter einem mittlern Kompressionsdruck von 6 Atm. dem Brenner zugeführt wird. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 556.)

Berechnung der Etagen-Warmwasserheizungen; von G. Wolf. Diese Heizung arbeitet gleichmäßig, wenn in ihrer ganzen Ausdehnung das Anwachsen der wirksamen Druckhöhe mit der Zunahme der Widerstandshöhe übereinstimmt. Es werden Formeln für die Berechnung der Leitungen entwickelt, die in der Quelle nachzusehen sind. Wenn die berechneten Durchmesser nicht mit einem Handelsmaß übereinstimmen, ist es zweckmäßig, einen Teil der Rohrstrecke auf das höhere, den andern Teil auf das niedere Handelsmaß abzurunden. Tabelle zur Bestimmung der Länge der auf das niedere Handelsmaß abzurundenden Rohrlänge. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 630.)

Neue Dampfanlage der Stuttgarter Badegesellschaft in Stuttgart. Nach dem Vorschlage von Eberle wird der erzeugte, hochgespannte Dampf zum Betriebe einer Dampfmaschine benutzt, die lediglich elektrischen Strom erzeugt, der an das Stuttgarter Elektrizitätswerk verkauft wird, während die gesamte Abwärme der Maschine zur Warmwasserbereitung für Badezwecke dient. — Mit Abb. (Z. d. Bayer. Rev.-Ver. 1910, S. 96; Gesundh.-Ing. 1910, S. 501.)

Verminderung der Betriebskosten bei Sammelheizanlagen. Nach einem Runderlaß des preußischen Ministers der öffentlichen Arbeiten vom 27. Mai 1910 sollen die Vorstände der Baubehörden dahin wirken, daß bauliche Maßnahmen zur Herabminderung der Betriebskosten für die Heizanlagen getroffen werden. Für Außenwände, Fußböden, Decken, Fenster und Türen werden Vorschläge gemacht, ebenso für Beschaffung von Brennstoffen. Bei dem Betriebe der Sammelheizanlagen ist auf die Einhaltung der richtigen Temperatur, auf die Einschränkung der Wärmezufuhr bei Arbeitspausen und auf die richtige Bemessung der Lüftung zu sehen. (Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 317; Gesundh.-Ing. 1910, S. 501.)

Fernwarmwasserheizung für das neue Landeskrankenhaus in Graz. Die aus 21 Gebäuden bestehende Anstalt wird durch eine Fernwarmwasserheizung mit Pumpbetrieb erwärmt, die mit einer elektrischen Zentrale in Verbindung gebracht ist. (Z. d. österr. Ing.- und Arch.-Ver. 1910, S. 339; Gesundh.-Ing. 1910, S. 670.)

Pumpen-Warmwasserheizungs- und Lüftungsanlage für das neue Rathaus zu Dresden; von Ad. Ostermeyer. Genaue Beschreibung des Gebäudes; Wärmebedarf der verschiedenen Räume; Anlage der Kessel und Pumpen; Regelung der Pumpen und Verteilungsleitungen; Lüftungsanlage (Drucklüftung), insbesondere des Ratskellers. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 691.)

Heizung und Lüftung in Straßenbahnwagen; von O. Ginsberg. Einige in Amerika ausgeführte Anordnungen. Bei der Chicago Railways Comp. werden die Wagen durch eine Ventilationsluftheizung erwärmt, indem ein Ventilator die Abluft aus einem durch eine Doppeldecke gebildeten Sammelkanal absaugt und die Zuluft am Wagenboden durch einen elektrischen Luftvorwärmer eingeführt wird. Die Municipal Traction Comp. in Cleveland benutzt eine Druckluftheizung mit Kaloriferheizung. Günstige Versuche mit diesen Heizungen. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 702.)

Gewährprobeheizung bei jeder Außentemperatur für Wasser- und Dampfheizanlagen (s. 1910, S. 479). A. Fröhlich gibt unter „Leistungsversuche im Sommer" die Uebersetzung eines diese Frage behandelnden Artikels aus dem Buche „Practical Steam and Hot Water Heatings" von Alfr. King und stellt daraus eine Tabelle zusammen, in der für verschiedene Außentemperaturen die erzielten Innentemperaturen, der Unterschied zwischen Dampf- und Raumwärme, der stündliche Wärmedurchgang für 1 qm und 1° C Wärmeunterschied sowie endlich der Gesamtwärmedurchgang für 1 Stunde und 1 qm angegeben ist. Durch Linienbilder wird die Uebersicht über die in Frage kommenden Verhältnisse erleichtert. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 546.)

Erfüllung der Gewährleistung für Heizvorrichtung; Vortrag von W. Kent, übersetzt von O. Ginsberg. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 590.)

Lüftung.

Untersuchungen an Ventilatoren für Lüftungsanlagen; von Dr. techn. K. Brabée und Dr.-Ing. M. Berlowitz. Nach Beschreibung des Meßverfahrens werden Versuche an Ventilatoren, und zwar an einem Doppelventilator der Prüfungsanstalt für Heizungs- und Lüftungseinrichtungen und an zwei in Berlin ausgeführten Lüftungsanlagen, wiedergegeben. Danach gilt innerhalb der für Lüftungsanlagen gebräuchlichen Regelungsgrenzen die für normale Umlaufzahl als Funktion der gleichwertigen Oeffnung aufgenommene Wirkungsgradkurve mit für die Praxis genügender Genauigkeit auch für den gesamten Belastungsbereich. Die in den Berliner Lüftungsanlagen ausgeführten Versuche weisen für den Betriebszustand Ventilationswirkungsgrade von 30 und 25 v. H. und Gesamtwirkungsgrade des Maschinensatzes von rd. 18 v. H. auf. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1910, S. 1261.)

Ozonlüftung (s. 1910, S. 489). Ing. v. Kupffer ist der Ansicht, daß die Ozonlüftung die bestehenden Lüftungsmethoden zwar nicht ersetze, aber sie in wirksamer Weise unterstütze, indem durch sie Gerüche zerstört oder unwirksam gemacht werden. (Deutsche Bauz. 1910, S. 448.)

Kühlung menschlicher Aufenthaltsräume; von M. Hottinger. Die Luftkühlung für menschliche Aufenthaltsräume erfolgt 1. an Mauermassen; 2. durch Kühlwasser, und zwar mittelbar an Kühlflächen und unmittelbar durch Berieselung oder Wasserzerstäubung; 3. durch Eis ebenfalls mittelbar oder unmittelbar. Die Kühlung nach 1. veranlaßt die wenigste Bedienungsarbeit und die geringsten Anschaffungskosten; die Betriebskosten sind bei 1. und 2. im allgemeinen wenig verschieden, bei 3. bedeutend höher; bei 3. ist auch die Bedienungsarbeit am größten; Lufttrockung ist bei 1. im allgemeinen ausgeschlossen, bei 2. oder Verbindung von 1. und 2. dagegen möglich; Luftkühlung sollte ihrer leichten Erreichbarkeit wegen mehr als bisher eingerichtet werden; Lufttrockung ist des umständlichen Betriebs wegen nur dann herzustellen, wenn sie für unumgänglich notwendig erachtet wird. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 565.)

Künstliche Beleuchtung.

Neue Dauerbrandbogenlampen von Drake & Gorham. Die kleine Dauerbrandbogenlampe soll als

Hauptstromlampe für Hintereinanderschaltung geeignet sein. — Mit Abb. (Electr. eng. 1909, S. 805; Elektrot. Z. 1910, S. 788.)

Neue Aussichten in der elektrischen Starklichtbeleuchtung; von Norden. Die verschiedenen elektrischen Starklichtquellen mit Berücksichtigung ihrer Verwendung in Bahnhöfen, Eisenbahnwerkstätten und dgl. Lampen mit Effektkohlen; Reinkohlenlampen mit zwei abwechselnd brennenden Kohlenpaaren oder mit zwei nebeneinander brennenden Kohlenpaaren; Dauerbrandlampe mit Effektkohlen; Magnetit- und Quarzlampe. Kurventafeln für die Betriebskosten der verschiedenen Lichtquellen. — Mit Abb. (Ann. f. Gew. und Bauw. 1910, S. 133; Elektrot. Z. 1910, S. 918.)

Neue selbsttätige Quecksilberdampflampen für Wechselstromnetze; von Dr. I. Pole. Für stetiges Brennen und für Zündung der Quecksilberdampflampen wird eine neue Anordnung gegeben; zwei von Pole hiernach entworfene und von der Cooper Hewitt Electric Co. in Newyork hergestellte Lampen werden beschrieben. — Mit Abb. (Elektrot. Z. 1910, S. 929.)

Langbrennende Flammenbogenlampe der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft; von Dr. W. Hechler. Mittel, die es bei abgeschlossenen Lampen mit Effektkohlen ermöglichen, eine Beschlagfreiheit der den Lichtbogen umgebenden Glockenzone zu erzielen; Ueberblick über den Entwicklungsgang der neuen langbrennenden Flammenbogenlampen der Gesellschaft. — Mit Abb. (Elektrot. Z. 1910, S. 963.)

Untersuchung von Metallfadenlampen. Lavender hat sechs verschiedene Arten bei verschiedenen Spannungen untersucht und dabei den Zusammenhang zwischen Lichtstärke und Brenndauer, Gesamtkosten und Nutzbrenndauer bei verschiedenen Energiepreisen festgestellt. — Mit Abb. (Electrician 1909, S. 306; Elektrot. Z. 1910, S. 788.)

Wolframlampen in Werkstätten. Gillmann gibt an, daß Wolframlampen gegen Erschütterungen unempfindlich gemacht werden können, wenn man die Beleuchtungskörper an einer entsprechend starken Feder oder einem eisenbandarmierten, biegsamen Leitungsdraht aufhängt. Ausführung in einer Walzwerkshalle. — Mit Abb. (Electr. world 1909, S. 858; Elektrot. Z. 1910, S. 788.)

Mittelbare Beleuchtung mit hochkerzigen Wolframlampen; von Dr.-Ing. B. Monasch. Durch Versuche mit hochkerzigen Wolframlampen, welche in einer Armatur für ganz mittelbare Beleuchtung hingen, wurde zunächst die günstigste Lage des Scheinwerfers zur Decke bestimmt, dabei wurde der Abstand von 45 ^{cm} als der günstigste nachgewiesen. Ein weiterer Versuch ergab die Gestalt der Beleuchtungskurven der Lampe in den durch den Lichtpunkt gelegten senkrechten Ebenen. Durch vergleichende Versuche mit mittelbarer Bogenlichtbeleuchtung ergab sich, daß die mittelbare Beleuchtung mit den Wolframlampen wesentlich wirtschaftlicher als diejenige mit Wechselstrom-Reinkohlen-Bogenlampen und mit Gleichstrom-Reinkohlen-Bogenlampen und normaler Kohlenstellung ist. Dagegen wird die Reinkohlen-Bogenlampe mit umgekehrter Kohlenstellung bei einem höhern Preise als 3 Pf. für die Kilowattstunde wirtschaftlicher, doch bietet die Wolframlampe noch andre Vorteile. — Die unmittelbare Beleuchtung mit Wolframlampen ist natürlich ebenso wirtschaftlich, wie es für Reinkohlen-Bogenlampen der Fall ist. Alle betrachteten Lichtquellen, Bogenlampen und Wolframlampen, sind auch bei mittelbarer Beleuchtung wesentlich günstiger als das Moorsche Vakuum-Röhrenlicht. Verbrauch der verschiedenen Lichtquellen. — Mit Abb. (Elektrot. Z. 1910, S. 807, 840.)

Wolframlampen in Frankreich. Nach Miller sind augenblicklich in Paris 500 000 Wolframlampen und zwar insbesondere für die Beleuchtung von Geschäftsläden in Verwendung, während man Kohlenfadenlampen für diesen Zweck fast nicht mehr findet. (Elektrot. Z. 1910, S. 1004.)

C. Wasserversorgung, Entwässerung und Reinigung der Städte,

bearbeitet von Geh. Regierungsrat E. Dietrich, Professor an der Technischen Hochschule zu Berlin.

Oeffentliche Gesundheitspflege.

Lüftungs- und Reinigungsanlagen in den Hamburger Hallenbädern. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 909.)

Die städtischen Volksbäder in Wien. Technische und statistische Mitteilungen. (Z. d. österr. Ing.- und Arch.-Ver. 1910, S. 369; Gesundh.-Ing. 1910, S. 822.)

Wasserversorgung.

Allgemeines. Berechnung von Rohrquerschnitten für Wasserleitungen und Entwässerungen. Tabellen von Prof. Dr.-Ing. Weyrauch. (Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 521.)

Der Grundwasserspiegel bei Fassung des Wassers durch eine parallel zum Fluß aufgestellte Brunnenreihe. Theoretische Abhandlung von Forchheimer. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1910, S. 1067.)

Entkeimung des aus Flüssen gewonnenen Trinkwassers durch Chlorkalk. Das in Hunderten amerikanischer Städte mit bestem Erfolg durchgeführte Verfahren ist insofern auch für Deutschland von Bedeutung, als das Grundwasser oft besonders für gewerbliche Zwecke zu hart ist. Ausgeführte Anlagen. — Mit Abb. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1910, S. 1119.)

Mechanischer Sandfilter für Wasserversorgung. — Mit Abb. (Eng. news 1910, II, S. 332.)

Schnellfilteranlagen für Helsingfors nach dem Verfahren der Jewell Filter Co. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 863.)

Praktische Erfahrungen mit der Reinigung von Untergrund- und Oberflächenwasser für häusliche und gewerbliche Zwecke. (Techn. Gemeindebl. 1910, S. 213.)

Verteilungseinrichtungen bei kleinen biologischen Tropfkörpern. (Mitt. aus der Kgl. Prüfungsanstalt f. Wasservers. und Abwasserreinigung 1910, Heft 13, S. 103.)

Bestehende und geplante Anlagen. Wasserverbrauch in Berlin. Nachdem 1857 das erste Wasserwerk erbaut war, betrug der Jahresverbrauch 1860 kaum 3 Mill. Kubikmeter; jetzt muß mit einem Tagesverbrauch bis 0,3 Mill. Kubikmeter gerechnet werden. (Wasser- u. Wegebau-Z. 1910, S. 302.)

Bau und Betrieb der Magdeburger Versuchsbrunnen. — Mit Abb. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1910, S. 1136.)

Erweiterung der Wasserwerke in Lyon durch Neuaufstellung von Zentrifugalpumpen. — Mit Abb. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1910, S. 1006.)

Wasserversorgung von Marseille. Das Trinkwasser von Marseille bedurfte einer weitergehenden Reinigung, um gesundheitlich einwandfrei zu sein. Es wird das durch Anwendung ultravioletter Strahlen geplant.

(Génie civil 1910, Bd. 58, S. 10, mit Abb.; Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1910, S. 763.)

Wasserversorgung von Newyork. Anlage eines Wassertunnels und eines Aquädukts aus Beton. — Mit Abb. (Eng. news 1910, II, S. 406.)

Einzelheiten. Leitungstunnel einer Wasserversorgungsanlage in Milwaukee. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1910, S. 675.)

Düker in Eisenbeton in Los Angeles (s. 1910, S. 483). — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1910, S. 626.)

Als gegliederte Futtermauer gestalteter Staudamm von 45 m Höhe. — Mit Abb. (Eng. news 1910, II, S. 500.)

Gewölbter Staudamm in Nordamerika von 32 m Höhe. — Mit Abb. (Eng. news 1910, II, S. 446.)

Wasserturm in Eisenbeton in Gary (Amerika). — Mit Abb. (Eng. news 1910, II, S. 403.)

Eisenbeton-Hochbehälter als Turm von 30 m Höhe. Bei der Ausführung sind gegenüber einem gemauerten Turm etwa 20 % gespart. — Mit Abb. (J. f. Gasbel. und Wasservers. 1910, S. 1029.)

Enteisenungsanlagen für einzelne Villen oder Gutshäuser, deren Behälter von Röhrenbrunnen gespeist werden. — Mit Abb. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1910, S. 965.)

Schutz von Wasserröhren gegen Zerstörung durch Erdströme. (J. f. Gasbel. u. Wasserw. 1910, S. 953, 1047.)

Entwässerung der Städte.

Allgemeines. Geschichte der Entwässerung von Berlin. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1910, S. 1096.)

Polizeiverordnung über Herstellung und Betrieb von Grundstücksentwässerungen und Verhütung der Verunreinigung von Reinwasserleitungen. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1910, S. 744.)

Entwurf und Einzelheiten von Entwässerungen. — Mit Abb. (Eng. news 1910, II, S. 326.)

Größte und kleinste Gefälle für städtische Kanäle; von Magistratsbaurat Wulsch in Posen. (Wasser- u. Wegebau-Z. 1910, S. 300.)

Lehrgerüst für Betonkanäle. Um das Aufstellen und Auseinandernehmen des Gerüstes bei Herstellung von Kanälen zu vermeiden, sind schon mehrfach Anordnungen gewählt worden, welche in sich etwas zusammenklappen und dann in der Längsrichtung des fertigen Kanals vorwärts bewegt werden, um dann von neuem durch Auseinanderklappen zur Aufstellung zu gelangen. Besonders einfache Anordnung. — Mit Abb. (Eng. record 1910, September, S. 76.)

Bestehende und geplante Anlagen. Abänderung der Kanalisation von Schöneberg infolge des Baues einer Untergrundbahn. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 861.)

Kanalisation von Elberfeld. Durchführung des Trennungs- und Sammelsystems. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 801.)

Entwässerung von Memel nach dem gemischten System ist in Vorbereitung begriffen. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 805.)

Kanalisation von Karlsruhe; von Stadtbaurat a. D. Schück. (Straßenbau 1910, Nr. 3 und 4.)

Reinigung der Abwässer von Leicester (England) unter besonders erschwerten Umständen, schlechten Untergrundverhältnissen usw. — Mit Abb. (Eng. news 1910, II, S. 308.)

Klärung städtischer Abwässer in Attleborough (Nordamerika) mittels Absitzbecken und intermittierender Sandfilter. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1910, S. 653.)

Kläranlage für städtische Abwässer in Alliance (Ohio). — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1910, S. 820.)

Einzelheiten. Schlammbehandlung im Emscher Brunnen. — Mit Abb. (Techn. Gemeindebl. 1910, S. 193.)

Erfahrungen über neuere Anlagen zur mechanischen Klärung städtischer Abwässer. — Mit Abb. (Techn. Gemeindebl. 1910, S. 209, 240.)

Antiformin zur Entseuchung von Abwässern. (Mitt. d. Kgl. Prüfungsanstalt f. Wasservers. u. Abwasserreinigung 1910, Heft 13, S. 91.)

Behandlung der Abwässer und des Schlammes mit Nitraten. (Mitt. d. Kgl. Prüfungsanstalt f. Wasservers. u. Abwasserreinigung 1910, Heft 13, S. 96.)

Kläranlage für Einzelwohnhäuser. — Mit Abb. (Rev. d'Hygiène 1909, S. 1386; Gesundh.-Ing. 1910, S. 869.)

Reinigung von ammoniakhaltigen Abwässern mit Hilfe einer besondern Vorrichtung. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 758.)

Entseuchung von Abwässern von Krankenhäusern usw. derart, daß alle Ansteckungskeime vernichtet werden. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 639.)

D. Strafsenbau,

bearbeitet von Geh. Regierungsrat E. Dietrich, Professor an der Technischen Hochschule zu Berlin.

Bebauungspläne und Bauordnungen.

Stadterweiterung von Antwerpen und der neue Bebauungsplan. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 669.)

Hygienische Verbesserungen alter Stadtteile durch Verbesserung der Wohnungen, Straßenfluchtlinien, Reinigung usw. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1910, S. 619.)

Vorgärten als städtische Anlagen. Bezweckt wird eine mehr einheitlichere Gestaltung. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1910, S. 621.)

Neuerungen an der Anlage von Schutznischen auf den Berliner Straßen. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1910, S. 783.)

Strafsenneubau.

Allgemeines. Querneigung der Straßen, abhängig vom Längengefälle und von andern Erwägungen. — Mit Abb. (Wasser- und Wegebau-Z. 1910, S. 275.)

Quergefälle der Straßen; von Dr.-Ing. Klose. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1910, S. 699.)

Wahl der Straßendecke nach Preis, Art des Verkehrs, Geräuschlosigkeit, Staubbildung, Leichtigkeit der Reinigung, Sicherheit des Verkehrs gegen Gleiten, Leichtigkeit der Ausbesserung, Vorhandensein von Straßenbahngleisen, Zugwiderstand und örtlichen Steigungsverhältnissen. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1910, S. 701.)

Auswahl der Baumarten zur Bepflanzung der Straßen je nach der Art des Untergrundes. (Straßenbau 1910, S. 117.)

Anlage und Unterhaltung von Parkstraßen und Parkwegen in Boston. (Eng. news 1910, II, S. 282.)

Steinstraßen. Teer- und Pech-Macadam; ausführliche Besprechung der Herstellung und Unterhaltung. (Eng. news 1910, II, S. 310.)

Unterbau und Entwässerung von Chausseen. Ausführungen. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1910, S. 659.)

Bituminöse Beimengungen und bituminöser Ueberguß von Schotterstraßen. Es wird auf den Unterschied in der Haltbarkeit solcher Straßen hingewiesen, je nachdem man Erdölrückstände oder Steinkohlenteer verwendet. Ersteres Verfahren ist wegen der billigen Preise der Erdölrückstände in Amerika üblich und hat gute Ergebnisse geliefert, während die Urteile in Europa recht verschieden lauten. (Nach Ansicht des Berichterstatters wird man guttun, an Stelle des dünnflüssigen Steinkohlenteers ein dickflüssigeres Gemisch von Steinkohlenteer und Pech zu verwenden.) (Asphalt- u. Teerindustrie-Z. 1911, S. 3)

Schotterstraße mit Fugenfüllung und dichten abdeckenden Schichten von „Pyknoton". Die Schotterunterlage oder Packlage erhält eine trockne gepulverte Mischung von Aetzkalk und Kalkhydrat als Ausfüllung der Fugen und dann erfolgt eine Teerung der gesamten Unterlage. Dann wird eine weitere Schicht jener Mischung von Aetzkalk und Kalkhydrat aufgebracht und die Decke gewalzt. Hierauf wird eine dünne Lage einer Mischung von Traß, Aetzkalk, Kalkhydrat und feinem Sand von 1 mm Korngröße aufgeschüttet, mit Wasser genäßt und mittels Piassavabesen eingeschlemmt. Schließlich soll noch eine zweite Lage gleicher Art aufgebracht und mit der Dampfwalze geglättet werden. (Nach Ansicht des Berichterstatters wird die Frage, ob diese neue Straßendecke Eingang findet, wesentlich von dem Preise abhängen und ferner von der Art des Verkehrs. Es steht zu befürchten, daß die Straße den Angriffen eines schweren Verkehrs nicht gewachsen ist.) (Asphalt- u. Teerindustrie-Z. 1911, S. 5.)

Pflasterung steiler Straßen. Es wird eine Unterbettung von Zementbeton und die Verwendung schmaler Steine aus Gestein mittlerer Härte mit weitern Fugen ohne Zementverguß empfohlen. (Wasser- u. Wegebau-Z. 1910, S. 311.) — Unter besondern Umständen ist auch die Anwendung von Längssteinschwellen für die Wagenräder mit einer gezahnten Oberfläche durch Versetzen wagerechter Kopfflächen zu empfehlen. (Ebenda.)

Asphaltstraßen. Fußwegabdeckungen aus Gußasphalt auf fester Unterlage bewähren sich überall gut, wenn sie aus gutem Bitumen ohne Zusatz von Steinkohlenteer oder Pech hergestellt werden. (Asphalt- u. Teerindustrie-Z. 1911, S. 2.)

Städtisches Asphaltwerk in München mit vorzüglichen technischen und finanziellen Ergebnissen. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1910, S. 649.)

Naturasphalt und Kunstprodukte und ihre Unterscheidung. (Asphalt- u. Teerindustrie-Z. 1910, S. 617, 658.)

Wellenbildungen auf Asphaltstraßen und Mittel zu ihrer Beseitigung. (Der Ansicht, daß diese Wellenbildung bei allen Asphaltarten ziemlich gleichartig sei, kann der Berichterstatter nicht beitreten, da die Art des im Asphaltmehl enthaltenen Bitumens, ob weicher oder härter, von großem Einflusse ist.) (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1910, S. 811.)

Platten aus Stampfasphalt und Gußasphalt. Stampfasphaltplatten haben sich auf Fahrdämmen wohl bewährt, nicht aber auf Fußwegen, weil der Fußgängerverkehr den Asphalt nicht so kräftig belastet wie der Wagenverkehr, also bei den Fußwegen die erwünschte Nachverdichtung der Asphaltmasse nicht eintritt. Von Gußasphaltplatten ist man sowohl auf Fahrdämmen wie auch auf Fußwegen ganz zurückgekommen. (Asphalt- u. Teerindustrie-Z. 1910, S. 579.)

Holzpflaster. Elberfelder Holzpflaster. Beurteilung der Mängel, welche sich durch Verschiebung der Pflasterreihen gezeigt haben. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1911, S. 650.)

Mitteilungen über die Technik des Holzpflasters. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1910, S. 755, 784.)

Einzelheiten. Straßenbau in der Schweiz. Verwaltungsbericht von größerm Umfange. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1910, S. 813.)

Pflasteranschlüsse. Vorschläge für die bessere Anschließung verschiedener Pflasterarten, Stein, Asphalt und Holz, aneinander bei seitlichen Straßenanschlüssen, Straßenkreuzungen und Kurven. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1910, S. 647.)

Straßenbordsteine aus Beton mit Eisenkanten. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1910, S. 673.)

Härtung von Zementfliesen. Zur Verminderung der Abnutzung von Zementfliesen soll es sich empfehlen, der Deckschicht Karborundum, eine auf elektrischem Wege gewonnene Verbindung von Silizium und Kohlenstoff, beizumengen. (Wasser- u. Wegebau-Z. 1910, S. 281.)

Schäden am Kleinpflaster als Folge mangelhafter Arbeit und ihre Vermeidung bei Ausbesserungen. (Wasser- u. Wegebau-Z. 1910, S. 255.)

Verhütung nachträglicher Senkung der Straßendecke bei Rohrgräben durch Aufbringen einer Betondecke hat den Nachteil, daß darunter Gasansammlungen vorkommen können, besonders aber, daß bei spätern Aufgrabungen die Kosten vermehrt werden. Das Verfahren ist nur dort zu empfehlen, wo mit spätern Aufgrabungen nicht zu rechnen ist. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1910, S. 965.)

Dauerhafte eiserne Wegweiser aus 8 cm weitem Rohr mit gußeisernem Deckel und eisernen Weisetafeln. — Mit Abb. (Wasser- u. Wegebau-Z. 1910, S. 257.)

Straßenmaste aus Eisenbeton für verschiedenartige Zwecke, z. B. als Träger von Oberleitungen, Signalmaste für Automobile, Wegweiser usw. — Mit Abb. (Wasser- u. Wegebau-Z. 1910, S. 297.)

Einfluß geteerter Straßen auf den Pflanzenwuchs. (Techn. Gemeindebl. 1910, S. 238.)

Schädlichkeit der Straßenteerung. Es wird empfohlen, zur Teerung der Straßen nicht Steinkohlenteer, sondern Petroleumgoudron zu verwenden, weil beim Verdunsten der leichtflüchtigen Teile des Teers eine pechartige Masse zurückbleibt, die beim Befahren zersplittert und einen für die Augen sehr schädlichen Stoff „Acridin" an die Luft über den Straßen abgibt. (Asphalt- u. Teerindustrie-Z. 1910, S. 657.)

Strafsenunterhaltung, Beseitigung des Strafsen- und Hauskehrichts.

Schneebeseitigung auf Gebirgsstraßen. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1910, S. 800.)

Schneebeseitigung auf den Pariser Straßen. Ausführlicher Bericht. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1910, S. 758.)

Russischer Schneepflug zum Einebnen der Schneemassen behufs Erzielung von Schlittenbahnen. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1910, S. 733.)

Versuch mit Kraftwagen-Müllabfuhr. — Mit Abb. (Techn. Gemeindebl. 1910, S. 235, 251.)

Beseitigung und Verwertung des Hausmülls. Allgemeine Betrachtungen und Erfahrungen. (Techn. Gemeindebl. 1910, S. 231.)

Reinigung und Besprengung städtischer Straßen; eingehender Bericht aus Lüttich. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1910, S. 655.)

Die Oelbesprengung der Asphaltstraßen zur Minderung des Staubes beruht auf der Bindung der vom Asphalte abgeriebenen kalkigen Teile und hat sich in Berlin vorzüglich bewährt, auch die Kosten sind gegenüber der Wasserbesprengung erheblich vermindert. (Asphalt- u. Teerindustrie-Z. 1910, S. 623.)

Staubbindung auf Straßen. Längerer Aufsatz. Es wird besonders auch auf die Verwendung von Salzen hingewiesen, die die Feuchtigkeit anziehen und so den Staub binden (Kochsalz, Chlorcalcium, Chlormagnesium). (Wasser- u. Wegebau-Z. 1910, S. 285.)

Selbstfahrer-Sprengwagen mit 18 Stundenkilometer Weglänge und einer möglichen Sprengbreite bis 25 m. (Wasser- u. Wegebau-Z. 1910, S. 253.)

Bericht über das städtische Straßenreinigungswesen in Berlin. Der Verwaltungsbericht des Magistrats für 1909 bringt die ganze Organisation und den Umfang des Arbeitsplans bei einer Gesamtfläche von 6 400 000 qm Fahrbahnen, wovon 3 300 000 qm Steinpflaster und nahezu 3 000 000 qm Asphaltflächen umfassen. Einschließlich der Fußwege sind täglich 7 100 000 qm Flächen zu reinigen, während ein Teil der Fahrbahnflächen natürlich seltener gereinigt werden. Auch über die in Anwendung befindlichen Geräte und Maschinen sind die erforderlichen Angaben gemacht.

F. Grund- und Tunnelbau,

bearbeitet von L. von Willmann, Professor an der Technischen Hochschule zu Darmstadt.

Grundbau.

Gründung der Rüstringer Brücke bei Wilhelmshaven; von **Röhlke.** Die 8 m breite Straßenbrücke über den Ems-Jade-Kanal hat neben einer 8 m weiten festen Oeffnung eine Drehöffnung mit einem 26 m und einem 14,5 m langen Arm. Der in 4,5 m tiefem Wasser stehende Drehpfeiler war so zu berechnen, daß er bei späterer etwaiger Verbreiterung des Kanals eine Drehbrücke von gleicher Breite, aber mit 45 m und 30 m langen Armen tragen kann. Die Gründung des Drehpfeilers erfolgte mit Hilfe eines schwimmenden Senkbrunnens. Auf einem aus zehn Pfählen bestehenden, über der Baustelle errichteten Absenkgerüst wurde zunächst der aus vier Teilen bestehende flußeiserne Brunnenkranz von elliptischem Querschnitt mit 8,5 m und 10 m langen Achsen zusammengesetzt, an Spindeln aufgehängt und durch ein umgekehrtes Gewölbe aus Holz, dem die obere geneigte Fläche der Innenseite des Kranzes als Widerlager diente, geschlossen. Dann wurde der Brunnenkranz ausbetoniert und an den Spindeln soweit herabgelassen, bis das Holzgewölbe in das Wasser eintauchte. Durch stetiges Aufmauern der Brunnenwandungen und vorsichtiges Ablassen der Spindeln wurde der Brunnen ohne sonstigen Ballast schwimmend bis auf den Grund niedergebracht. Nachdem die Kranzschneide in die Kanalsohle eingedrungen und das Mauerwerk der Brunnenwandung 2 m über den Wasserspiegel hochgeführt war, wurde das Holzgewölbe herausgenommen und der Brunnen in gewöhnlicher Weise abgesenkt. — Mit Abb., Schaub. und 1 Tafel. (Beton u. Eisen 1910, S. 269; Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1910, S. 1603.)

Gründung auf unmittelbar im Boden hergestellten Betonsäulen; von **Niemann.** Auf der von der Strecke Berlin-Magdeburg abzweigenden Güterbahn des Verschiebebahnhofes Rothensee wurde eine Brücke auf 28 Betonpfählen gegründet, die unmittelbar im Boden geformt sind. Beschreibung der Herstellung der Pfähle und Mitteilung der Gründungskosten. — Mit Abb. u. Schaub. (Beton u. Eisen 1910, S. 249.)

Praktische Erfahrungen über künstliche Gründungen in verbauten Stadtgebieten Oesterreichs; von **Kafka.** Plattengründungen und ausgeführte Gründungen mit kegelförmigen Beton-Blechrohr-Pfählen. Widerstand beim Rammen; Vorteile und Kosten dieser Pfahlgründung. — Mit Abb. und Schaub. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1910, S. 420.)

Gründung auf unterhöhltem Untergrund. Die Gründung auf dem von einem Tunnel unterfahrenen Moränenhügel der „hohen Promenade“ in Zürich (s. **1910**, S. 496) wird kurz beschrieben. — Mit Abb. (Eng. record 1910, Bd. 62, S. 139.)

Gründung mit Simplex-Pfählen in Zug für einen großen Gasbehälter. Kurze Mitteilung. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 175.)

Bauplatzeinrichtung für den Unterbau der neuen Quebec-Brücke. Vorgang bei der Gründung der neuen Pfeiler; Hilfsvorrichtungen; Ausrüstung des Bauplatzes. – Mit Lageplan. (Eng. record 1910, Bd. 62, S. 346.)

Senkkasten für den Nordpfeiler der neuen Quebec-Brücke. Der 54,9 m lange und 16,8 m breite Senkkasten wird aus Holzbalken von 30,5 auf 30,5 cm Querschnitt hergestellt und nach und nach auf 18,5 m Höhe gebracht. Er wurde vor kurzem vom Stapelplatz ins Wasser befördert. Auf dem Südufer hat man noch die Ueberreste der alten Brücke fortzuräumen, worauf der vorhandene Pfeiler verbreitert und erhöht werden soll. — Mit Abb. (Engineer 1910, II, S. 244.)

Unterfahrung des Astor-Gebäudes in Newyork. Zur Vermeidung von Senkungen an der Brandmauer des sechs bis sieben Stockwerk hohen Astor-Gebäudes durch den an dasselbe anzubauenden 42 Stockwerk hohen Bau der Banker's Trust Comp. wurde ersteres unterfahren. Art der Unterfahrung und Unterstützung. — Mit Abb. (Eng. record 1910, Bd. 62, S. 17.)

Rechnerische Bestimmung der Verhältnisse von Rammbär zu Fallhöhe und Pfahlgewicht bei Ausführung von Rammarbeiten; von **J. Werner.** Es werden die Formeln zusammengestellt und die genannten Verhältnisse für die am Hoftheater in Stuttgart mittels eines 4000 kg schweren Bärs bei 0,45 m mittlerer Fallhöhe eingerammten Pfähle von 12 m Länge und 32×32 cm Querschnitt (also 3000 kg wiegend) abgeleitet und besprochen. An einem weitern Zahlenbeispiel wird untersucht, welches Bärgewicht und welche Fallhöhe für ein gegebenes Pfahlmaterial (nach Art, Querschnitt und Länge) anzuwenden ist, wenn die Arbeit mit einem bestimmten Wirkungsgrad ausgeführt werden soll. Der Wirkungsgrad schwankt zwischen 40 % und 80 % und dürfte im Mittel 60 % betragen. (Bauz. f. Württemberg usw. 1910, S. 296 u. 305.)

Betonpfähle mit verdickter Spitze. Neues Verfahren der „U. S. Equipement Co.“, bei dem die Verbreiterung des untern Endes mit verhältnismäßig einfachen Mitteln erreicht wird. (Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1910, S. 295.)

Tunnelbau.

Bau, Lüftung und Betrieb langer Eisenbahntunnel. Der **internationale Eisenbahnkongreß 1910 zu Bern** empfiehlt folgendes: 1. Gebirgstunnel

von mehr als 5 km Länge doppelspurig anzulegen, den Richtstollen als Sohlenstollen zu führen, den Firstschlitz statt des getrennten Firststollens und im drückenden Gebirge möglichst das kreisrunde Profil anzuwenden. Zum Abdichten kann mit Erfolg Zement eingespritzt werden, was indessen wirtschaftlich noch nicht befriedigt; Maschinenbohrung ist zu bevorzugen; Dampflokomotiven sollen nicht zum Fördern auf der Baustrecke verwendet werden. — 2. Zum guten Lüften der Baustellen längerer Tunnel ist Einblasen von 3 bis 6 cbm f. d. Sekunde Luftmenge erforderlich. Auch im Tunnelbetrieb ist unter Umständen künstlich zu lüften, wodurch gleichzeitig die Betriebssicherheit und Erhaltung des Oberbaues gefördert wird. — 3. Bei Tunneln von Untergrundbahnen sollten eiserne statt gewölbter Decken nur dort angewendet werden, wo es die Bauhöhe unbedingt verlangt. — 4. Ein Tunnel unter dem Aermelkanal ist geologisch, technisch und wirtschaftlich ausführbar. (Z. d. V. deutsch. Ing. 1910, S. 1552; Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 113.)

Trockenlegung und Sicherung von Tunnelbauten; von A. Wolfsholz (s. **1910**, S. 500). Anknüpfend an die Erörterungen von E. v. Willmann und Dolezalek werden zwei Arbeitsweisen beschrieben für Ausbesserungen schadhafter Tunnel: 1. Freilegung des Tunnelgewölbes behufs Aufbringung einer dichten Schutzschicht und 2. Einspritzung von Zement hinter das schadhafte Gewölbe. Ferner wird die dem Verfasser patentierte „Tunnelrückenbetonierung“ (s. Zentralbl. d. Bauverw. 1907, S. 68) mitgeteilt, unter Anführung der nach dieser Ausführungsweise ausgebesserten Tunnel, von denen die des 925 m langen, zweigleisigen St. Bernard-Tunnels unter Mitteilung der Kosten besprochen wird. (Mitt. über Zement usw. Nr. 17, S. 67 und Nr. 18, S. 71, Beiblatt der Deutsch. Bauz. 1910.)

Tunnel aus Eisenbeton für das Offizierheim „Taunus“ in Falkenstein. Der Bau des 300m langen, das Haupt- und Wirtschaftsgebäude verbindenden, zum Teil in hartem Fels liegenden Tunnels wird beschrieben. Der Tunnel wird durch eine Längswand in einen dem Personenverkehr dienenden Abschnitt von 2,1 × 1,85 m und einen zur Aufnahme der Rohrleitungen bestimmten Teil von 0,85 × 1,8 m Querschnitt geteilt. — Mit Abb. und Schaub. (Deutsche Bauz. 1910, S. 57.)

Die Eisenbahn der Berner Alpen von Frutigen nach Brieg wird besprochen, wobei auch der Lötschberg-Tunnel kurz beschrieben wird. — Mit Abb. und Schaub. (Génie civil 1910, Bd. 57, S. 161.)

Tabellarische Zusammenstellung über den Stand der Arbeiten am Lötschbergtunnel (s. **1910**, S. 499) in den Monaten Mai, Juni und Juli 1910. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1910, S. 423, 539, 589.)

Monatsausweise über den Stand der Arbeiten am Lötschbergtunnel (s. **1910**, S. 499). Die Arbeiten von Juni bis August schritten ziemlich gleichmäßig fort. Im August betrug der mittlere tägliche Fortschritt auf der Nordseite 8,26 m, auf der Südseite 5,24 m. Bei einer Ueberlagerung von 1480 m wurde die Gesteinstemperatur mit 34,2° C gemessen. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 41, 95, 145.)

Rickentunnel (s. **1910**, S. 269). Die Mauerungsarbeiten im Tunnel sollen vollendet worden sein. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 56.)

Mont d'Or-Tunnel. Der große Tunnel auf der Linie Frasne—Vallarbe ist von der P. L. M. zur Ausführung den Firmen Societé des Grands Travaux (Fougerolle) und Ing. A. Palaz sowie Daydé & Co. in Paris übertragen. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 145.)

Metropolitain-Bahn in Paris; von Hervieu (s. **1910**, S. 419); Fortsetzung. Die Linie b von Vincennes zum Place d'Italie wird in ihren Einzelbauwerken besprochen. — Mit Abb., Schaub. und 7 Tafeln. (Nouv. ann. de la constr. 1910, S. 98, 114.) Streckenführung im allgemeinen; Einzelheiten der Senkkasten und Tunnelbauten unter der Seine und unter dem Orleansbahnhofe im Zuge der Linie 4 (s. **1910**, S. 499). — Mit Lageplan, Höhenplan und Abb. (Engineer 1910, II, S. 3.)

Newyorker Tunnelanlagen der Pennsylvania-Eisenbahn (s. **1910**, S. 499). Die Long-Island-Zufahrten zum East-River-Tunnel werden von Clarke besprochen. Die Strecke umfaßt rd. 2,1 km im Tagebau hergestellten Tunnel und einen mit Stützmauern verkleideten Einschnitt von 780 m Länge für die Einfahrt vom Bahnhof Sunnyside zu den Tunneln. — Mit Abb. und 18 Tafeln. (Proc. of the Amer. Soc. of Civ. Eng. 1910, S. 1109 bis 1149.) — Der Sunnyside-Bahnhof wird von Barker beschrieben. Der 5,6 km vom unterirdischen Hauptbahnhof entfernte, nur für Personenverkehr bestimmte Bahnhof umfaßt eine Fläche von rd. 84 ha und hat 2,59 km Länge bei rd. 500 m größter Breite. Bauvorgang; Brücken und Gebäude; Gleisplan. — Mit Abb. und 13 Tafeln. (Daselbst, S. 1150 bis 1169.) — Die vier Schächte der East-River-Abteilung werden von Green behandelt. Die vier den Zugang zu den Tunneln vermittelnden und die Stromzuführung, die Lüftungs- und Entwässerungsanlagen enthaltenden Schächte von 5,5 m Durchmesser befinden sich in der Nähe der beiden Ufer und sind mit Beton verkleidet. — Mit Abb. und 3 Tafeln. (Daselbst, S. 1170 bis 1182.)

Umbau des Washington-Station-Tunnels unter dem Chicago-Fluß. Tieferlegung eines zweigleisigen Straßenbahntunnels. Der unter dem Fluß befindliche Teil hat 46 m Länge und einen Querschnitt von 7,6 m Breite und 6,25 m Höhe und ist mit geraden Blechträgern von 81,3 cm Höhe gedeckt. Die Rampen sollen den Anschluß an die Untergrundbahn bewirken. (Eng. news 1910, II, S. 27.)

Betonauskleidung des Rondout-Druckwasser-Tunnels. Die für die Wasserversorgung von Newyork aus dem Catskill-Gebirge erbauten Tunnel, und zwar der 7,2 km lange Rondout-Tunnel mit kreisförmigem Querschnitt und der 1,02 km lange Bontican-Tunnel mit hufeisenförmigem Querschnitt werden mit Beton ausgekleidet. Der Arbeitsvorgang sowie die dabei angewendeten Formen und sonstigen Hilfsmittel kommen zur Darstellung. — Mit Abb. (Eng. record 1910, Bd. 62, S. 312.)

Eröffnung des Detroitfluß-Tunnels. Mitteilung mit kurzer Beschreibung. (Engineer 1910, II, S. 168.)

Mechanische Gesteinsbohrer; von F. Hofer. Beschreibung und Vergleich der mit Druckluft, Druckwasser und Elektrizität angetriebenen Gesteinsbohrer. — Mit Abb. u. Schaub. (Génie civil 1910, Bd. 57, S. 185.)

G. Brückenbau und Fähren; Statik der Baukonstruktionen,

bearbeitet von R. O. Bertschinger in Hannover.

Allgemeines.

Eisenbetonbau oder Eisenbau. Der Vorstand des Deutschen Betonvereins führt das Folgende aus. Die Ueberlegenheit der Eisenbetonweise gegenüber andern Bauweisen ist durch große Vorzüge begründet, ganz besonders durch die große Sicherheit gegen Gefährdung durch Feuer und Rost. Das Eisen ist in ungeschütztem Zustande kein feuersicherer Baustoff, seine Festigkeit geht bei hoher Erwärmung erheblich zurück und geht bei Wärmegraden von 600 bis 800° C ganz verloren. Ferner verursacht

die Unterhaltung geringe oder gar keine Kosten, da vor allem die Anstriche, die bei Eisenbauten zum Schutz gegen Rosten immer wieder sorgfältig ausgeführt werden müssen, beim Eisenbetonbau nicht nötig sind, dessen Eiseneinlagen, wie durch Versuche und vieljährige Erfahrung festgestellt ist, sicher und dauernd gegen Rost geschützt sind. Da der Beton selbst von Jahr zu Jahr mehr erhärtet, erfordert er ebenfalls keine besondern Unterhaltungsarbeiten. Die Herstellung eines ganzen Bauwerks aus ein und demselben Baustoff, gleichsam aus einem Gusse, die monolithische Bauweise des Eisenbetons, bietet eine große Gewähr für die Sicherheit und den Bestand des Bauwerks, und die Anpassungsfähigkeit ist eine fast unbegrenzte. Der Eisenbeton vereinigt schließlich in sich die statischen Vorteile des Eisenbaues mit den Vorteilen eines massiven monumentalen Aussehens. (Armierter Beton 1910, S. 271.)

Stein-, Beton- und Eisenbetonbrücken.

Entwurf einer gewölbten Brücke aus bewehrten Betonhohlblöcken über die „Gula" (Christiania); von Lund. Verwendung hoher Querschnitte zur Erzielung von Steifigkeit. Diese Querschnitte müssen entweder auf der Zugseite soviel Beton erhalten, daß die Nutzlast nicht unzulässig große Beanspruchungen hervorrufen kann, oder man kann den Beton durch vorgespannte Eiseneinlagen in den umgekehrten Spannungszustand versetzen. Diese Spannung wird mit Hilfe eines vom Verfasser erfundenen Schraubenschlüssels dadurch erzeugt, daß ein eigenartig geformter Kontrollbolzen in demjenigen Augenblick zerrissen wird, in dem die Spannung in der Eiseneinlage hervorgerufen ist. Mitteilungen über Material, Aufstellung und Abmessung einer aus solchen Hohlkörpern zusammengesetzten Brücke. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1910, S. 402.)

Die Kösterbrücke über die Ruhr bei Hattingen, ausgeführt von der Lolat-Eisenbeton-Aktiengesellschaft in Düsseldorf; von Klingelhöfer. Die drei Bogen der Strombrücke wurden als einfach statisch unbestimmte Zweigelenkbogenträger ausgeführt, und zwar vier Träger für eine Oeffnung. Stützweite 26 m. Die Flutöffnungen sind mit durchgehenden Gerberträgern in Eisenbeton überbrückt. — Mit Zeichnungen und Schaubildern. (Beton u. Eisen 1910, S. 364.)

Kanalbrücken; von Steinleitner. Kurze Beschreibung von drei Eisenbetonbrücken über den Werkkanal der Wasserwerksanlagen in Unterbruck. Festigkeitsberechnungen; Standsicherheitsnachweis. Mit vielen Zeichn. u. Abb. (Beton u. Eisen 1910, S. 387.)

Einige Brücken nach Visintini; von Heß. Beschreibung einiger kleinerer Brücken. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1910, S. 344.)

Umbau der Reichsstraßenbrücke über die Passer in Meran; von Hartlieb. Eisenbetonstraßenbrücke mit zwei gewölbten Oeffnungen von je 20,4 m Lichtweite. Das Gewölbe erstreckt sich nicht auf die ganze Breite der Brücke von 14 m (9 m Fahrbahn, 2 × 2,5 m Gehwege), sondern nur auf 12 m, indem die Gehwegplatten an beiden Seiten um je 1,4 m auskragen. Die Außenseiten wurden durch 0,2 m dicke armierte Betonwände gebildet, die nach innen an den Gewölbezwickeln durch Strebepfeiler aus Beton mit Verankerungseisen verstärkt sind. Zum Schutze der Gewölbe gegen Feuchtigkeit aus der Ueberschüttung dienen eine 4 bis 5 cm starke Schicht Feinbeton, ein zweimaliger Teeranstrich, Asphaltfilzplatten (in Längstreifen mit 5 cm Uebergreifung), nochmals Teeranstrich und endlich 10 bis 15 cm Sanddecke. Mit besonderer Sorgfalt wurde das Lehrgerüst hergestellt, wobei für die vertiefte Ornamentik der Außenseiten Holzschablonen angebracht wurden. Da die Außenseiten nicht verputzt, sondern gestockt wurden, wurde eine 3 bis 4 cm dicke Haut aus Vorsatzbeton mit weißem Kalksand geschaffen. Ihre Herstellung erfolgte zwischen der Verschalung und einer Blecheinlage, nach deren baldiger Entfernung der Vorsatzbeton sich mit dem Innenbeton bei der Erhärtung zu einem Körper verbindet. Eigenartig ist die Ausbildung der Geländer. In der Brückenmitte, anschließend an einen Pilaster mit darüber gestelltem eisernen Blumenkorb, ist das Geländer als Balustrade aus Beton ausgebildet, desgleichen gegen die Ufer hin anschließend an die Pylonen und sich über diese hinaus festsetzend. Dazwischen liegt der aus 6 mm starkem Eisendrahtgeflecht bestehende, zwischen kräftigen Eisenleisten befestigte Geländerteil. Durch schmiedeeiserne Ranken ist für weitern Schmuck dieses in Weiß und Gold gehaltenen Geländers gesorgt. — Mit Zeichn. und Schaubildern. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1910, S. 585.)

Neubau der Dresdener Augustusbrücke, vornehmlich die in Eisenbeton ausgeführten Masten und Kandelaber; von Prof. Foerster. Gründe für den Neubau der Brücke. Gesamtlänge der Brücke 328 m; neun Oeffnungen; Dreigelenk-Betongewölbe mit äußerer Sandsteinverblendung; Stützweite der Gewölbe zwischen 17,6 und 39,3 m schwankend; Brückenbreite zwischen den Steinbrüstungen 18 m, davon 11 m Fahrbahn und je 3,5 m Fußwege; Baukosten 4 650 000 M. Während der Bau fast ausschließlich als Stampfbetonbauwerk ausgeführt ist, sind die auf der Brüstung aufgestellten, architektonisch hervorragend wirkenden Leitungsmasten der Straßenbahn, die zugleich als Laternenträger ausgebildet sind, und alle andern Lichtträger in Eisenbeton ausgeführt. Ausführliche Beschreibung. — Mit Zeichn. u. Schaubildern. (Armierter Beton 1910, S. 429.)

Eiserne Brücken.

Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Duisburg-Ruhrort; von Prof. Mehrtens. Drei Stromöffnungen und 24 Vorlandöffnungen mit einer Gesamtlänge von 1382 m. Alle eisernen Ueberbauten sind einfache Balkenfachwerke und haben in den 24 Vorlandöffnungen durchweg 41 m, in den drei Stromöffnungen 106 m, 186 m, 106 m Stützweite. Die Brücke hat also unter allen einfachen Balkenfachwerken Europas zurzeit die weitestgespannten Hauptträger. Beschreibung des Unterbaues, der eisernen Gerüstbrücken und der Bauausführung. — Mit Abb. (Eisenbau 1910, S. 474.)

Eiserne Bogenträger für Eisenbahnbrücken. Festigkeitsuntersuchungen über Bogenträger; Kostenvergleich zwischen Balkenträger und Bogenträger bei Eisenbahnbrücken. — Mit Zeichn. (Engineer 1910, II, S. 616.)

Bewegliche Brücken.

Klappbrücke über den Riochuelo in Buenos Aires; von Michelet. Zweiflüglige eiserne Klappbrücke zur Ueberführung einer Straße. Ausführliche Beschreibung. — Mit Zeichn. (Eisenbau 1910, S. 470.)

Statik und Festigkeitslehre.

Beitrag zur Berechnung von Eisenbahnbrücken in Bögen; von Oerley. Theoretische Betrachtungen. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1910, S. 509.)

Beitrag zur Berechnung der Vierendeel-Träger; von Marcus. Berechnungsgang an Hand von Beispielen. (Armierter Beton 1910, S. 422.)

Aufstellung der Sitterbrücke der Bodensee-Toggenburgbahn; von Ackermann. Brückenentwurf; Aufstellungsart; Gerüstturm; Versuche mit Holzverbindungen; Berechnung; Aufstellungseinrichtungen; Probe-

belastung. — Nach den Versuchen ist die Formänderung und Nachgiebigkeit von Holzverbindungen, die durch Schrauben zusammengehalten sind, nach Ueberwindung des Reibungswiderstandes sehr groß, da die Schrauben nicht wie bei Eisenbauten vorwiegend auf Abscheren, sondern wegen ihrer großen Länge und des geringen Lochleibungswiderstandes des Holzes auf Biegung beansprucht werden. Erst wenn die Schrauben eine gewisse Verbiegung erlangt haben und eine größere Verschiebung eingetreten ist, tritt ein Nachgeben, ein Beharrungszustand und ein Wachsen der Tragkraft ein, da dann infolge des wagerechten Zuges der verbogenen Schrauben die verbundenen Hölzer mittels der Unterlagscheiben fester aneinander gepreßt werden und der Reibungswiderstand vergrößert wird. Sobald jedoch die äußerste Druckfestigkeit des Holzes unter den Unterlagsscheiben erreicht ist, nimmt die Verschiebung wieder rasch zu und es ist nun auch die Tragkraft der Verbindung erschöpft. Holzverbindungen, die nicht vorwiegend ruhender Belastung, sondern stark veränderlicher Belastung ausgesetzt sind und bei denen es zudem auf eine geringe Formänderung ankommt, sollten daher innerhalb ihres Reibungswiderstandes beansprucht werden. Die geringe Druckfestigkeit des Holzes quer zur Faserrichtung, die nur etwa $^1/_6$ bis $^1/_7$ der Druckfestigkeit parallel zur Faserrichtung beträgt, hat auf Verhalten, Tragkraft, Formänderung und somit auch auf Berechnung und Abmessung von Holzverbindungen einen großen Einfluß. Wegen der sehr veränderlichen und ungleichmäßigen Festigkeitsverhältnisse und Formänderungen des Holzes ist das gleichmäßige Zusammenarbeiten, das bei Eisenverbindungen vorausgesetzt wird, bei verwickelten Holzverbindungen eine sehr unsichere und unzuverlässige Sache, es haben daher alle Künsteleien, die eine Erhöhung der Tragkraft von Holzverbindungen bezwecken sollen, vielfach nur einen zweifelhaften Wert. — Mit Zeichnungen und Schaubildern. (Eisenbau 1910, S. 419.)

Berechnung vierseitig frei aufliegender Platten mit gleichmäßig verteilter Belastung; von Dorner. (Beton u. Eisen 1910, S. 355.)

Der statisch bestimmte, durchlaufende Träger mit schiefen Kuppelungslagern über den Zwischenstützen; von Lipold. Werden die benachbarten Enden je zweier frei aufliegender Träger über den Zwischenstützen durch je einen gelenkig angeschlossenen Zugstab und ein schiefgestelltes Walzlager, dessen Neigung zur Wagerechten durch einen Winkel gegeben ist, gekuppelt, so entsteht ein statisch bestimmter Träger, der sich als ein durchlaufender Träger mit Gelenken denken läßt und im Vergleich zu den gebräuchlichen Trägerarten manche für die Praxis vorteilhafte Eigentümlichkeiten aufweist. Eingehende Untersuchung dieser Trägerart. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1910, S. 500.)

Berechnung der dreistieligen Rahmenkonstruktionen; von Pollnow. Untersuchung für eine symmetrische Belastung. Mit Rechnungsbeispielen. (Beton u. Eisen 1910, S. 368.)

Graphische Tabelle zur Bestimmung der Abmessungen rechteckiger, exzentrisch beanspruchter Eisenbetonquerschnitte; von Jensen. Die Tabelle gibt unmittelbar die Abmessungen, und zwar für alle Werte von σ_b, aber freilich nur bei einer Eiseneinlage von 1 v. H. des Querschnittes, doch ist sie auch brauchbar, wenn die Eiseneinlage nur ein wenig von 1 v. H. abweicht, weil die Eiseneinlage keinen großen Einfluß auf die Betonspannung hat. (Beton u. Eisen 1910, S. 375.)

Die Eulersche Knickformel in den neuen preußischen ministeriellen Bestimmungen vom 31. Januar 1910; von Mecklenbeck. Aus der Betrachtung ersieht man, daß die ausschließliche Anwendung der Eulerschen Formel sehr bedenklich ist und daß in dieser Hinsicht die ministeriellen Bestimmungen nicht die Sicherheit der Bauwerke gewährleisten, die unbedingt gefordert werden muß. Eine baldige Revision ist nach Ansicht des Verfassers unerläßlich. Um eine ausreichende Sicherheit für die gedrückten Bauglieder zu erreichen, sollte man längere Stäbe $\left(\frac{l}{i} > 105\right)$ für eine vierfache Sicherheit nach der Eulerschen Gleichung und kürzere Stäbe $\left(\frac{l}{i} < 105\right)$ für eine mindestens dreifache Sicherheit nach den bisher von keiner Seite widerlegten Tetmajerschen Gleichungen berechnen. Bei den gegliederten Stäben beachte man die einfachen Krohnschen Regeln. (Eisenbau 1910, S. 436.)

Zeichnerische Behandlung des steifen Brückenrahmens; von Vlachos. Es wird gezeigt, wie man mit Hilfe der Theorie des durchgehenden Balkens in einfacher und übersichtlicher Weise die Momente an den Eckpunkten des steifen Rahmens zeichnerisch ermittelt. (Eisenbau 1910, S. 481.)

Knickwiderstand von Druckstäben mit veränderlichem Querschnitt; von Prof. Kayser. Der Betrachtung werden Stäbe zugrunde gelegt, deren Höhe von der Mitte nach den beiden Enden hin sich stetig entsprechend den Ordinaten einer geraden Linie ändert. Mit Rücksicht auf die praktischen Bedürfnisse werden insbesondere kreisförmige und quadratische, rechteckige und doppelwandige Querschnitte, letztere durch Gitterwerk oder Bindebleche entsprechend versteift, bezüglich ihrer Durchbiegung und ihres Knickwiderstandes untersucht. (Eisenbau 1910, S. 451.)

Zulässige Spannungen in eisernen Tragwerken, Bericht über Versuche von Schüle. Die der Formgebung zugrunde gelegten Spannungen sind primäre Spannungen, d. h. solche, die aus den üblichen vereinfachten Annahmen der Festigkeitslehre folgen. Sie sind aus verschiedenen Gründen aber nicht zutreffend. Inwiefern eine rein mathematische Behandlung wichtiger Fragen zu Ergebnissen führen kann, die für die Praxis nur beschränkten Wert haben, zeigt Schüle an einer Veröffentlichung über die „Nebenspannungen eiserner Fachwerksbrücken". Eine praktische, wertvolle Grundlage zur Berechnung der Nebenspannungen läßt sich nur auf Grund von Versuchen aufstellen. Es muß also der Eisenbau ebenso wie der Eisenbetonbau die Aufgaben der Berechnung und Praxis durch Versuche lösen und man ist heutzutage auch auf diesem Gebiete noch nicht zur Erkenntnis der tatsächlich auftretenden Spannungsverhältnisse gelangt. (Armierter Beton 1910, S. 383.)

H. Gewässerkunde, Meliorationen, Fluſs- und Kanalbau, Binnenschiffahrt,

bearbeitet von Regierungsbaumeister Soldan in Hemfurt.

Gewässerkunde.

Seine-Hochwasser in Paris vom Januar 1910 (s. 1910, S. 422). (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1910, S. 174.)

Anwendung der Nomographie auf hydraulische Formeln. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1910, S. 225.)

Betriebsplan für die Okertalsperre im Harz; von Ziegler. Allgemeine Betrachtungen über die richtige Größe des eisernen Bestandes, der mit Rücksicht auf die Kraftgewinnung im Becken zu halten ist. Uebersichtliche und zweckmäßige zeichnerische Darstellung des Betriebsplanes. — Mit Abb. (Z. f. Bauw. 1910, S. 306.)

Wirkungen des Seine-Hochwassers vom 28. Januar 1910 in Paris. (Génie civil 1910, Bd. LVI, S. 397.)

Neueinrichtungen des Karlsruher Flußbaulaboratoriums; von Rehbock. Glasrinne zur Untersuchung von Wehrmodellen mit Meßwehr; Eichvorrichtung und Meßnadeln; Höhenkurvenzeichner für Flußmodelle; verschiedene kleinere Geräte. — Mit Abb. (Z. f. Bauw. 1910, S. 513.)

Untersuchungen über den Schleppwiderstand der Schiffe; ein neuer Geschwindigkeitsmesser. Das sehr einfache, auf dem Prinzip der Pitotschen Röhre beruhende Instrument ist von Sachsenberg bei Schleppversuchen auf der Havel benutzt. — Mit Abb. (Ann. des ponts et chauss. 1909, I, S. 77.)

Hydrologisches Gesetz von Minard und Belgrand; von Maillet. Nachweis, daß im Winter größere Hochwässer in den Flußgebieten der Seine, Loire, Saône, Maas und Garonne in der Regel gleichzeitig aufzutreten pflegen, also auf gemeinsame Ursachen zurückzuführen sind. Mit Abb. (Ann. des ponts chauss. 1909, I, S. 107.)

Flufsbau.

Ergebnisse der Rheinregelung auf der badisch-bayerischen Strecke Sondernheim-Karlsruhe und wirtschaftliche Folgeerscheinungen für den Schiffahrtsbetrieb. Seit Januar 1907 sind große Regelungsbauten im Gange, um die wandernden Geschiebebänke zu beseitigen und die Fahrwasserverhältnisse zu verbessern. Der bisher erreichte Erfolg wird beschrieben. (Z. f. Binnenschiff. 1910, S. 504.)

Bericht der Kommission zur Erforschung der Ursachen der Hochwässerschäden und der Mittel zur Verhütung ihrer Wiederkehr; von A. Dumas. Es werden die Vorschläge der von der französischen Regierung eingesetzten Kommission zur Verhütung von Hochwassergefahren in der Stadt Paris mitgeteilt. Abgesehen von der Höherlegung der Ufermauern und andern kleinern Maßregeln innerhalb der Stadt Paris wird vorgeschlagen, das Hochwasser der Marne durch einen Kanal von Annet bis Epinay um die Stadt herum zu leiten. — Mit Abb. (Génie civil 1910, Bd. LVII, S. 283.)

Wasserkraftwerk von Tuilière an der Dordogne und die Verteilung des elektrischen Stromes im Süd-Westen Frankreichs; von Claveille. Das Wasserkraftwerk bietet im Jahresmittel rd. 21000 P. S. Die Dynamomaschinen erzeugen Strom von 5500 Volt, im Verteilungsnetz wird mit 50000 Volt gearbeitet. Die Turbinen sind für Fallhöhen zwischen 6 und 12 ^{m} eingerichtet. Das Wehr ist sehr bemerkenswert, in erster Linie, weil wegen der großen Hochwassermengen der Dordogne der Fachbaum ungefähr in Höhe der Flußsohle angeordnet werden mußte. Das Wehr hat sieben Oeffnungen von 10 ^{m} und eine von 7 ^{m} lichter Weite, die mit Schutztafeln von 13 ^{m} Höhe verschlossen sind. Die Schützen laufen auf Rollenstangen. Bemerkenswerte Einzelausbildung, besonders der Dichtung. Neben dem Wehr liegt ein Fischpaß mit der nach deutschen Anschauungen ganz ungewöhnlichen lichten Breite von 7 ^{m}. Die einzelnen Kammern sind 2,1 ^{m} lang. Längsgefälle 1:20. Die Zwischenwände enthalten keine Schlupföffnungen. — Mit Abb. (Ann. des ponts et chauss. 1910, III, S. 50.)

Kanalbau.

Möglichkeit einer Großschiffahrtsverbindung zwischen dem Weser- und dem Maingebiet mittels eines Werra-Mainkanals; von Contag. Der Kanal soll bei Römhild aus der Werra abzweigen und bei Bamberg in den Main münden. Gesamtlänge 117 ^{km}, größter Höhenunterschied 127 ^{m}. — Mit Abb. (Z. f. Binnenschiff. 1910, S. 543.)

Schiffshebewerk der Felten- und Guilleaume-Lahmeyer-Werke (Anordnung Roeder) in Frankfurt am Main. Kurze Beschreibung des Modells, das auf der Brüsseler Weltausstellung ausgestellt war. — Mit Abb. (Z. f. Binnenschiff. 1910, S. 644.)

Bau zweier Schleusen bei Wernsdorf und Kersdorf (Spree-Oder-Wasserstraße); von Engelhard und Zimmermann. Die Schleusen sind aus Stampfbeton hergestellt; die Wände bestehen aus einzelnen Abteilungen mit senkrechten Stoßfugen, die durch eiserne Federn gedichtet sind; Füllung und Leerung der Kammern erfolgt durch Saugheber. — Mit Abb. (Z. f. Bauw. 1910, S. 498.)

Ueberdeckung eines Teils des Kanals Saint-Martin in Paris durch ein Gewölbe aus Eisenbeton. — Mit Abb. (Génie civil 1910, Bd. LVII, S. 241.)

Arbeiten am neuen Erie-Kanal in der Enge von Little Falls. Der Kanal umgeht eine Stromschnelle des Mohawk-Flusses in felsigem Gelände. Der alte Kanal hat vier Schleusen, der neue erhält nur eine Schleuse von 13,85 ^{m} größter Fallhöhe. Das linke Ufer des Kanals besteht streckenweise aus einem hohen Steindamm, der mit Beton gedichtet ist. Die Schleuse hat am Unterhaupt Stemmtore, am Oberhaupt ein Hubtor. — Mit Abb. (Génie civil 1910, Bd. LVII, S. 297.)

Zubringer von Vaucouleurs des Marne-Saône-Kanals. Die Scheitelhaltung des Marne-Saône-Kanals wird aus einem Sammelbecken von 13390000 ^{cbm} Fassungsraum gespeist. Der natürliche Zufluß zum Becken beträgt aber nur 9254000 ^{cbm}. Man war gezwungen, das fehlende Wasser aus dem Niederschlagsgebiet der Marne mit Hilfe eines rd. 5 ^{km} langen Zubringers zu ergänzen. Der Zubringer ist für eine Leistung von 4 $^{cbm}/_{Sek.}$ eingerichtet. Die Ausführung war sehr schwierig, weil das Gebirge aus zerklüftetem Kalk und aus Ton mit Sandzwischenlagerungen besteht, so daß Wasserverluste und Rutschungen zu befürchten waren. Der Graben ist mit einer Betonschicht von 10 ^{cm} in der Sohle und auf den Böschungen abgedichtet. — Mit Abb. (Ann. des ponts et chauss. 1909, II, S. 26.)

Elektrische Betriebseinrichtungen der Schleusen von Port-à-L'Anglais. — Mit Abb. (Ann. des ponts et chauss. 1909, III, S. 24.)

Binnenschiffahrt.

Künftige Gestaltung des Schiffahrtsbetriebes auf dem Großschiffahrtswege Berlin-Stettin. Die von der Regierung vorgesehene Fahrgeschwindigkeit von 3,5 ^{km} in der Stunde wird als zu klein bezeichnet und es wird bemängelt, daß besonders gebaute Kanalschlepper vorgeschrieben werden sollen. (Z. f. Binnenschiff. 1910, S. 382.)

Steigerung der Wirtschaftlichkeit von Fluß- und Kanalschiffen; von Flamm. — Mit Abb. (Z. f. Binnenschiff. 1910, S. 423.)

11. Schiffahrtskongreß; Berichte über die Beratungen. 1. Sektion, Binnenschiffahrt: Generalbericht über die erste Frage „Anordnung großer Flußwehre“. (Ann. des ponts et chauss. 1909, III, S. 129.) — Berichte über die weitern Fragen der Binnenschiffahrt. (Ann. des ponts et chauss. 1909, IV, S. 97, V, S. 91; 1910, I, S. 127, II, S. 120).

I. Seeuferschutz- und Hafenbauten, Seeschiffahrts-Anlagen,

bearbeitet von Regierungsbaumeister Schilling in Lünen.

Seehäfen.

Niederlegung einer Schleusenwand der Verbindungsschleuse zwischen den Hafenbecken zu St. Nazaire; von Le Trocquer. Die Niederlegung geschah teilweise mit Hilfe eines das Wasser abschließenden Kastens. — Mit Abb. (Ann. des ponts et chauss. 1910, IV, S. 129.)

Verlängerung des Trockendocks Nr. 1 im Kriegshafen zu Toulon; von Moroyer. Die Gründung des neuen Teiles erfolgte mittels dreier Senkbrunnen. — Mit Abb. (Ann. des ponts et chauss. 1910, I, S. 93.)

Handelshäfen Rußlands; von de Joly. Beschreibung der russischen Häfen im Schwarzen Meer und Asowschen Meer und in der Ostsee. Angaben über ihre Molen, Hafenmauern usw. — Mit Abb. (Ann. des ponts et chauss. 1910, II, S. 148.)

Elektrische Einrichtung an den Schleusen des Hafens Port-à-l'Anglais; von Imbs. — Mit Abb. (Ann. des ponts et chauss. 1909, III, S. 24.)

Einrichtungen in europäischen Häfen zur Sicherung der Einfahrt der größten neuen Schiffe; von Hecker. — Mit Abb. (Ann. des ponts et chauss. 1909, III, S. 46.)

Seeschiffahrtsanlagen.

Leuchtturm mit akustischem Signal ohne Wächter. Der Leuchtturm befindet sich bei Saint Pierre auf der Insel Guernsey und enthält außer dem Feuer eine Sirene; beide werden vom Ufer aus elektrisch bedient, indem die Stromzuführung durch ein Unterwasserkabel erfolgt. — Mit Abb. (Génie civil 1910, Bd. 57, S. 339.)

Wiederherstellung der Nordmole an der Mündung des Tyne. Verwendung von Betonblöcken. — Mit Abb. (Génie civil 1910, Bd. 56, S. 468.)

Seeuferschutzbauten.

Maßnahmen zur Beseitigung der Sturmflutschäden vom 30./31. Dezember 1904 an den Außenküsten des Regierungsbezirks Stralsund; von Niese. Es handelt sich um die Ausführung von Schutzwällen aus Steinen auf der Insel Hiddensöe, am Thiessower Höft, vor Göhren und Vitte bei Ankona. Genaue Beschreibung der Arbeiten nebst Angabe der Kosten. — Mit Abb. (Z. f. Bauw. 1910, S. 253.)

K. Materialienlehre,

bearbeitet von B. Stock, Ingenieur und ständigem Mitarbeiter des Kgl. Materialprüfungsamts in Gr. Lichterfelde W.

Holz.

Festigkeit von Fichten- und Kiefernholz; von Dörr. Zusammenstellung und Vergleich der von neuern Forschern wie Zenny, Mikolaschek, Tetmajer, Bauschinger, Rudeloff, Schwappach, Hadek, Cierlar und Janke gefundenen Versuchsergebnisse. (Deutsche Bauz. 1910, S. 518.)

Chemische Schutzmittel des Bauholzes. Kurzer Bericht über äußere Anstriche und Tränkungen mit fäulniswidrigen Flüssigkeiten. (Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 475.)

Konservierung hölzerner Maste für elektrische Leitungen; von Perlewitz. Das Rüpingsche Spartränkverfahren der Rütgerswerke A.-G., Berlin, wird hinsichtlich seiner Vorteile erörtert. Darstellung und Wirkungsweise einer Tränkanlage. — Mit Abb. (Elektrot. Z. 1910, S. 913.)

Künstliche Steine.

Wirkung des elektrischen Stromes auf Beton und Eisenbeton; von l'Allemand. Besprechung der zur Klarstellung dieser Frage bisher vorliegenden Versuchsergebnisse von Lindeck, Knudson, Nicholas, Gehler und der sehr umfangreichen Versuche von Schaffer, die sich insbesondere auf die Wirkung vagabundierender elektrischer Ströme spannungsloser eingebetteter Eisenstäbe, auf die Rostbildung beanspruchter Stäbe und auf das Verhalten von Eisenanstrichen erstreckten. — Mit Abb. (Armierter Beton 1910, S. 390.)

Versuche über den Einfluß des elektrischen Stromes auf Beton; von Gehler. Zur Klärung dieser Frage sind auf Veranlassung des Verfassers vom Königl. Kommissariat für elektrische Bahnen und der Firma Dyckerhoff & Widmann in Dresden gemeinschaftlich Versuche durchgeführt, um hierdurch zu weitern umfangreichen und planmäßigen Versuchen anzuregen. Anordnung der Versuche; Beobachtungen während der Versuche; Zusammenstellung der Ergebnisse in Zahlentafeln und Schaulinien; Schlußfolgerungen. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1910, S. 278, 304.)

Neuere Maschinen zur Betonbereitung und Verarbeitung. Darstellung und Beschreibung der Mischmaschinen von Smith und Ransome. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1910, Beilage 19, S. 74.)

Versuche mit zentrisch und exzentrisch belasteten Pfeilern aus Backsteinmauerwerk und aus Beton; von Bach. Die Versuche sollten die tatsächliche Widerstandsfähigkeit derartiger Pfeiler bei exzentrischer Belastung im Vergleich mit der bei zentrischer Belastung feststellen. Die Widerstandsfähigkeit der Pfeiler aus Beton im Mischungsverhältnis 1 T. Zement, 2,5 T. Rheinsand, 3 T. Rheinkies und 4 T. Kalksteinschotter erwies sich trotz geringern Alters (36 Tage gegen 49 Tage) derjenigen der Mauerwerkspfeiler, die mit Zementmörtel hergestellt waren, stark überlegen. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1910, S. 1625.)

Metalle.

Gase aus technischen Eisensorten; von Goerens. Untersuchungen über das metallurgische Verhalten der Gase bei der Eisen- und Stahldarstellung. Die Bestimmung des Gasgehaltes erfolgte durch Messen und Analysieren der im luftleeren Raume bei etwa 900 ^{0} aus der fein zerkleinerten Probe entweichenden Gase. Versuchseinrichtung; Meß- und Analysiervorrichtung; Ergebnisse. — Mit Abb. (Stahl u. Eisen 1910, S. 1514.)

Neuere Untersuchungen über Einsatzhärtung; von Grayson. Untersuchung über den Kohlungsvorgang bei der Einsatzhärtung mit vier verschiedenen Härtepulvern und bei Anwendung verschiedener Temperaturen. Als gutes Einsatzmaterial hat sich Flußeisen mit 0,17 % Kohlenstoff, 0,704 % Mangan, 0,056 % Silizium, 0,06 % Schwefel und 0,047 % Phosphor erwiesen. — Ergebnisse in Tabellen und Schaulinien. (Metallurgio 1910, S. 551.)

Schlagproben mit Gußeisen; von Gaßner. Die ausgeführten Versuche haben völlig verschiedene Werte für die Bruchschlagarbeit je nach der Größe der aufgewendeten Schlagarbeit ergeben, es darf daher bei Schlagversuchen mit Gußeisen die aufgewendete Schlagarbeit keinesfalls willkürlich gewählt werden, wenn man vergleichbare Ergebnisse erzielen will. Die Schlagarbeit ist daher entweder durch Vorversuche dem tatsächlichen Bruchwiderstand möglichst anzupassen oder ein für allemal festzulegen. (Stahl u. Eisen 1910, S. 1367.)

Chemische und mechanische Beziehungen zwischen Eisen, Mangan und Kohlenstoff; von **Arnold** und **Read**. Es werden eine Reihe von Versuchen zur Bestimmung der Zusammensetzung der Karbide aus einer Reihe geglühter Stäbe von verschiedenem Mangan-, aber nahezu gleichem Kohlenstoffgehalt mitgeteilt. Ergebnisse von kalorimetrischen Kohlenstoffbestimmungen mit einer nahezu manganfreien Eisenlösung im Vergleich zu den durch Verbrennung erhaltenen Werten. Festigkeitseigenschaften der Stähle. Metallographische Untersuchungen. (Metallurgie 1910, S. 554.)

Versuche mit Ferro-Titan-Thermit und niedrigprozentigem Ferro-Titan für Gußeisen und Stahlformguß; von **Treuheit**. Die Versuche sind mit 25proz. Ferro-Titan-Thermit und mit 10- bis 15 prozentigem Ferro-Titan angestellt, um festzustellen, ob durch Zusatz dieser Legierungen zu Gußeisen und Stahlguß die Temperatur der flüssigen Eisens gesteigert und die Festigkeitseigenschaften des Gußeisens und Stahlgusses verbessert werden. Die Ergebnisse lassen keine nennenswerten Unterschiede erkennen. — Mit Abb. (Stahl u. Eisen 1910, S. 1192.)

Kugelfallprobe; von **Schneider**. Verfahren zur Bestimmung der Härte von Materialien aus der Höhe des Zurückspringens einer aus einer bestimmten Höhe fallenden Kugel. Beschreibung der Kugelfallvorrichtung; Zusammenhang zwischen Eindruckdurchmesser und aufgewandter Arbeit; Vergleich zwischen statischer und dynamischer Härte; Beurteilung der dynamischen Härte von Metallen aus dem Zurückspringen. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1910, S. 1631.)

Physikalische Eigenschaften von zweiproz. Chromstahl; von **William** und **Barnes**. Die Untersuchung erstreckte sich auf Eisen-Kohlenstoff-Legierungen mit 0,20 bis 0,85 % C unter Zusatz von 2 % Chrom im unbehandelten, normalisierten, ausgeglühten, abgeschreckten und bei 400, 550 und 700° angelassenen Zustande. Wiedergabe der Versuchsergebnisse in Zahlentafeln und Schaulinien, die die große Veränderlichkeit der Zerreißfestigkeit bei den verschiedenen Wärmebehandlungen erkennen lassen; Darstellung der Erhitzungs- und Abkühlungskurven; mikroskopische Untersuchungen. (Metallurgie 1910, S. 542.)

Versuche über die Widerstandsfähigkeit verschiedener Eisensorten gegen Rosten in Warmwasser; von **Rudeloff** und **Haase**. Die auf Veranlassung des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes im Königl. Materialprüfungsamt zu Gr.-Lichterfelde ausgeführten Versuche an deutschen und englischen Blechen und Rohren aus Schweißeisen, Siemens-Martin- und Thomas-Flußeisen haben keine nennenswerte Unterschiede in der Widerstandsfähigkeit gegen Rosten ergeben. Die mit dem Sandstrahlgebläse gereinigten Proben sind etwas stärker angegriffen als die Proben der gleichen Sorten mit Walzhaut. Darstellung der Versuchseinrichtung; Beschreibung der Versuchsausführung; Zusammenstellung der Ergebnisse. — Mit Abb. (Verhandl. d. Ver. z. Förd. d. Gewerbfl. 1910, S. 443.)

Ergebnisse der Untersuchung von Kesselblechen, bei denen Rißbildungen aufgetreten sind; von **Bach**. Die Versuche mit drei Blechstücken aus im Betriebe rissig gewordenen Flammrohren erstreckten sich im allgemeinen auf Versuche nach den Materialvorschriften der allgemeinen polizeilichen Bestimmungen über die Anlegung von Landdampfkesseln und metallographische Untersuchungen. Ursache der Rißbildung. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1910, S. 1809.)

Untersuchung von autogen geschweißten Blechteilen. Berichte über die von der Material-Prüfungsanstalt zu Stuttgart ausgeführten Prüfungen an geschweißten Blechen durch Zugversuche bei gewöhnlicher und höherer Temperatur, Biege- und Schlagversuche, Kerbschlagproben bei gewöhnlicher Temperatur und 200 ° C, sowie durch metallographische Untersuchungen. (Dinglers polyt. J. 1910, S. 593.)

Neues Verfahren zum Prüfen der Schneidfähigkeit von Feilen. Die mit der Herbertschen Feilenprüfmaschine ausgeführten Versuche haben keine befriedigenden Ergebnisse geliefert, was darauf zurückgeführt wird, daß die Zähne der Feile bei jedem Hube in denselben Nuten arbeiten, was beim Arbeiten von Hand nicht der Fall ist. Prof. **Ripper** hat nun die Maschine dahin abgeändert, daß er die Schneidwirkung der Feile dem Handfeilen möglichst nahebringt. Die mit dieser verbesserten Maschine angestellten Versuche sind befriedigend. (Engineering 1910, II, S. 356.)

Hilfsmaterialien.

Untersuchung von Schutzanstrichen für Bauwerkseisen gegen Witterungseinflüsse; von **Chapman**. 1600 Blechabschnitte sind mit 530 verschiedenen Rostschutz-Anstrichen versehen und der Witterung ausgesetzt worden. Angaben über den Befund der Bleche. Mennige- und Blechweißfarben haben sich am besten bewährt, darnach Zinkfarben. (Iron age 1910, S. 112.)

Wärmeleitfähigkeit von Isolier- und Baustoffen (s. oben); von **Gröber**. Das Ergebnis der **Nusseltschen** Versuche, daß die Leitfähigkeit der Wärmeisolierstoffe mit zunehmender Wärme zunimmt, wird bestätigt. Die Wärmeleitzahlen einer Reihe von Baustoffen und Wärmeisolierstoffen werden angegeben; bei Flußsand wird auf den Einfluß der Feuchtigkeit und bei rheinischem Bimssand auf den Einfluß der Korngröße auf die Wärmeleitfähigkeit hingewiesen. Die Wärmeleitfähigkeit einiger Isolierstoffe bei tiefen Wärmegraden bis zur Temperatur der flüssigen Luft werden bestimmt; für Asbest ist der Einfluß der Pressung auf die Wärmeleitfähigkeit untersucht. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1909, S. 1319.)

Bücherschau.

Bei der Schriftleitung eingegangene, neu erschienene Bücher:

(In diesem Verzeichnis werden alle bei der Schriftleitung eingehenden Bücher aufgeführt; eine Besprechung einzelner Werke bleibt vorbehalten. Eine Rücksendung der eingesandten Bücher findet nicht statt.)

Handbuch des landwirtschaftlichen Bauwesens mit Einschluß der Gebäude für landwirtschaftliche Gewerbe. Neunte Auflage, vollständig neu bearbeitet von **Alfred Schubert**, Professor und Baumeister in Kassel. 700 Seiten in 8° mit 1466 Textabbildungen. Berlin SW 1911. Verlagsbuchhandlung **Paul Parey**, Hedemannstr. 10. Preis geb. 20 M.

Stadt- und Landkirchen. Mit Anhang: Kirchenausstattung. Von Geh. Oberbaurat O. **Hoßfeld**. Dritte Auflage, durchgesehen und erweitert. 332 Seiten in 8° mit 376 Textabbildungen. Berlin 1911. Verlag von **Wilhelm Ernst & Sohn**. Preis geh. 9 M.; geb. 10 M.

Grabmalkunst. Eine Auswahl vorbildlicher Entwürfe für Reihengräber. Zugleich ein Führer durch die Grabmalkunst-Ausstellung auf dem neuen Frankfurter Hauptfriedhofe. Im

Auftrage des Städtischen Friedhofsamtes zu Frankfurt a. M. herausgegeben von Karl Wilde, Magistratsbaurat. 27 Seiten Text und 31 Blatt Abbildungen in 8⁰. Frankfurt a. M. Verlag von Franz Benjamin Auffahrth. Preis 1 M.

Architektonische Handzeichnungen alter Meister. Herausgegeben von Dr. Hermann Egger, a. o. Professor an der k. k. Technischen Hochschule in Wien. Erster Band, I. Lieferung. 60 Tafeln in Lichtdruck mit kritischem Text. Jeder Band erscheint in drei Lieferungen von je 20 Tafeln. Format 4⁰. Wien und Leipzig 1910. Verlag für Architektur und Kunstgewerbe Friedr. Wolfrum & Co. Preis eines Bandes 100 M.

Malerische Landhäuser. Vorlagenwerk von Albert Schutte. Lieferung 4—10. Jede Lieferung enthält 6 Tafeln in 4⁰. Ravensburg 1910. Verlag von Otto Maier. Preis von 10 Lieferungen 30 M.

9. Sonderheft der Berliner Architekturwelt. Alfred Messel, zweiter Band, Text von Fritz Stahl. 103 Seiten in 8⁰ mit vielen Abbildungen. Berlin 1911. Verlegt bei Ernst Wasmuth, A.-G. Preis 10 M. Für Abonnenten der Berliner Architekturwelt 5 M.

Architektur des XX. Jahrhunderts. 7. Sonderheft. Kirchliche Bauten und Klöster, Erziehungsanstalten und Krankenhäuser von Carl Moritz, Architekt in Köln. 61 Seiten in 8⁰ mit vielen Abbildungen. Berlin 1910. Verlag von Ernst Wasmuth, A.-G. Ladenpreis 5,50 M. Vorzugspreis 3,50 M.

Die Vergangenheit des Hochbaues. Von Hermann Daub, Professor der Technischen Hochschule in Wien. 295 Seiten in 8⁰ mit 114 Abbildungen im Text. Wien und Leipzig 1911. Verlagsbuchhandlung von Franz Deuticke. Preis 7 M.

Der Wettbewerb um Entwürfe für den Neubau des Rathauses in Deutsch-Wilmersdorf bei Berlin Sonderausgabe des „Profanbau". 6 Seiten Text und 48 Abbildungen in 4⁰. Leipzig 1910. Verlag J. J. Arnd. Preis 2 M.

Theatres, their safety from fire and panic, their comfort and healthfulness. By William Paul Gerhard, C. E., consulting engineer for sanitary works, member of the american public health association. 110 Seiten in 8⁰. Boston 1910. Bates & Guild company.

The American Architect. Published every wednesday by the Swetland publishing company. With this publication is merged „The Inland Architect". Volume XCVIII, number 1814. 64 Seiten in 8⁰ mit vielen Abbildungen. New-York 1910. Subscription rates 12 $ per year.

Sammlung Göschen. Zimmerarbeiten von Karl Opitz Oberlehrer an der Kaiserl. Technischen Schule in Straßburg i. E. Zwei Bändchen. I. Band: Allgemeines, Balkenlage, Zwischendecken und Deckenbildungen, hölzerne Fußböden, Fachwerkswände, Hänge- und Sprengewerke. 116 Seiten in 8⁰ mit 169 Abbildungen. II. Band: Dächer, Wandbekleidungen, Simsschalungen, Block-, Bohlen- und Bretterwände, Zäune, Türen, Tore, Tribünen und Baugerüste. 111 Seiten in 8⁰ mit 167 Abbildungen. (Sammlung Göschen Nr. 489/90.) Leipzig 1910. G. J. Göschensche Verlagshandlung. Preis in Leinwand geb. je 0,80 M.

Das Veranschlagen von Hochbauten nach der Dienstanweisung für die Lokalbaubeamten der Staats-Hochbauverwaltung einschließlich der neuesten Vorschriften für das Garnisonbauwesen sowie die Normen für die Fabrikation und Lieferung von Baumaterialien und die Baupreise. Unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Privatbaupraxis für Baubeamte, Architekten, Maurer- und Zimmermeister sowie als Lehrbuch für die Hoch- und Tiefbauabteilung der Baugewerkschulen. Von G. Benkwitz, Baumeister. 131 Seiten in 8⁰ mit einer lithographierten Tafel, einem Anschlagsbeispiel und Erläuterungen. Achte erweiterte Auflage. Berlin 1910. Verlag von Julius Springer. Preis geh. 2,40 M., geb. 3,20 M.

Deutscher Ziegler-Kalender für das Jahr 1911. Zwei Teile in 8⁰. Teil I: Uebersichts- und Schreibkalender und Eisenbahnkarte von Deutschland. In Leder gebunden. Teil II: 152 Seiten mit vielen Abbildungen, geheftet. Herausgegeben von der Deutschen Töpfer- und Zieglerzeitung. Halle a. S. Druck und Verlag von Wilhelm Knapp. Preis zusammen 1,20 M. (Für Bezieher der Deutschen Töpfer- und Zieglerzeitung kostenlos.)

Degeners Leitfäden für Baugewerkschulen und verwandte Lehranstalten III. Leitfaden der Baustofflehre für die Hochbau- und Tiefbauklassen von Baugewerkschulen sowie zum Gebrauch in der bautechnischen Praxis von Dr. Heinrich Seipp, Ingenieur und Professor, Direktor der Kgl. Baugewerkschule zu Kattowitz. Zweite vermehrte und verbesserte Auflage. 125 Seiten in 8⁰ mit über 60 Abbildungen, darunter 6 mikrophotographische Aufnahmen. Leipzig 1910. Verlag von H. A. Ludwig Degener. Preis 2 M.

Der Portlandzement. Seine Hydratbildung und Konstitution von Dr. S. Keisermann. Sonderausgabe aus Kolloidchemische Beihefte. Monographien zur reinen und angewandten Kolloidchemie. Herausgegeben von Dr. Wolfgang Ostwald. Band I. 35 Seiten in 8⁰. Dresden 1910. Verlag von Theodor Steinkopff. Preis 1 M.

Der Unterricht an Baugewerkschulen. Herausgeber Professor M. Girndt in Magdeburg. Der Städtische Tiefbau. Leitfaden für den Unterricht an den Tiefbauabteilungen der Baugewerkschulen und verwandten technischen Lehranstalten. III. Teil. Stadtentwässerung von Professor Gürschner und Ingenieur Benzel, Oberlehrer an der Kgl. Baugewerkschule zu Münster i. W. 151 Seiten in 8⁰ mit 129 Abbildungen, 3 mehrfarbigen Tafeln und 4 Tabellen. Leipzig und Berlin 1910. Druck und Verlag von B. G. Teubner. Preis 4 M.

Die Eisenbetonpraxis. Ein Leitfaden für Techniker und Architekten von E. Nicolas, Ingenieur. 317 Seiten in 8⁰ mit 301 Abbildungen. Wien und Leipzig 1911. A. Hartlebens Verlag. Preis geh. 8 M., geb. 9,50 M.

Beton Taschenbuch 1911. Zwei Teile in 8⁰. I. Teil gebunden: Uebersichts- und Schreibkalender. II. Teil geheftet: 236 Seiten Text mit vielen Abbildungen. Berlin 1911. Verlag Zement und Beton G. m. b. H. Preis 2 M. (Für Bezieher von Zement und Beton kostenlos.)

Einflußlinien und Größtmomente statisch unbestimmter durchlaufender Balken. Mit besonderer Rücksichtnahme auf die Berechnung von Kranlaufbahnen von Friedrich Bleich, Ingenieur in Wien. Sonderabdruck aus „Der Eisenbau". I. Jahrg. Heft 3. 10 Seiten in 8⁰ mit 7 Figuren im Text. Leipzig 1910. Verlag von Wilhelm Engelmann. Preis geh. 0,50 M.

Durch eine Kette versteifter Träger mit aufgehobenem Horizontalzug. Von Dozent Dr. techn. Alfred Hawranek, Brünn. Sonderabdruck aus „Der Eisenbau", I. Jahrg. 8. und 9. Heft. 25 Seiten in 8⁰ mit 26 Abbildungen im Text. Leipzig 1910. Verlag von Wilhelm Engelmann. Preis 1,20 M.

Fortschritte der Ingenieurwissenschaften. Zweite Gruppe. 22. Heft. Rechnerische Bestimmung und Auswertung der Elastizitätsellipse in ihrer Anwendung auf die Bogenträger. Von Dr. techn. Fritz Postuvanschitz, Baurat im k. k. Handelsministerium. 95 Seiten in 8⁰ mit 72 Textfiguren und 3 Tafeln. Leipzig 1910. Verlag von Wilhelm Engelmann. Preis geh. 5 M.

Wirtschaftspolitik im Eisenbau von Franz Czech. Sonderabdruck aus „Der Eisenbau". I. Jahrg., 4. Heft. 12 Seiten in 8⁰. Leipzig 1910. Verlag von Wilhelm Engelmann. Preis geh. 0,60 M.

Die Haupt-, Neben- und Hilfsgerüste im Brückenbau. Ein Lehr- und Nachschlagebuch über die auf dem Gebiete des Brückenbaues vorkommenden Gerüste. Von Dr. techn. Robert Schönhöfer, k. k. Oberingenieur und Privat-

dozent. 124 Seiten in 8⁰ mit 190 Abbildungen im Text. Berlin 1911. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn. Preis geh. 6 M., geb. 6,80 M.

Kalender für Eisenbahn-Techniker. Begründet von Edm. Heusinger von Waldegg. Neubearbeitet unter Mitwirkung von Fachgenossen von A. W. Meyer, Regierungs- und Baurat in Allenstein. 38. Jahrg. Zwei Teile in 8⁰. I. Teil gebunden: Uebersichts- und Schreibkalender und 156 Seiten Text mit Abbildungen und einer Eisenbahnkarte. II. Teil geheftet: 474 Seiten in 8⁰ mit Abbildungen im Text und auf Tafeln. Wiesbaden 1911. Verlag von J. F. Bergmann. Preis zusammen 4,60 M.

Sammlung Göschen. Aufgabensammlung zur Festigkeitslehre mit Lösungen. Von Dipl.-Ing. R. Haren in Mannheim. 90 Seiten in 8⁰ mit 46 Figuren. (Sammlung Göschen Nr. 491.) Wasserversorgung von Ortschaften von Dr.-Ing. Robert Weyrauch, Zivilingenieur, o. Professor der K. Technischen Hochschule Stuttgart. 142 Seiten in 8⁰ mit 85 Figuren. (Sammlung Göschen Nr. 5.) Leipzig 1910. G. J. Göschensche Verlagshandlung. Preis in Leinwand geb. je 0,80 M.

Kalender für Wasser- und Straßenbau- und Kultur-Ingenieure 1911. Begründet von A. Reinhard. Neu bearbeitet unter Mitwirkung von Fachgenossen von R. Scheck, Regierungs- und Baurat in Fürstenwalde (Spree). 38. Jahrg. Zwei Teile in 8⁰. I. Teil gebunden: Uebersichts- und Schreibkalender und 26 Seiten Text mit Uebersichtsplan der wichtigsten Wasserstraßen Norddeutschlands und Eisenbahnkarte. II. Teil geheftet: 384 Seiten Text mit Abbildungen und 3 Tafeln. Wiesbaden 1911. Verlag von J. F. Bergmann. Preis zusammen 4,60 M.

Handbuch der Ingenieurwissenschaften in fünf Teilen. III. Teil. Der Wasserbau. Herausgegeben von J. F. Bubendey, G. Franzius, A. Frühling, Th. Köhn, Fr. Kreuter, Th. Rehbock und Ed. Sonne. Vierte vermehrte Auflage. 6. Band. Der Flußbau, bearbeitet von Franz Kreuter, o. Professor an der Kgl. Technischen Hochschule in München. 455 Seiten in 8⁰ mit 311 Textabbildungen, 31 Lichtbildblättern, 7 Tafeln und Leitwörter-Verzeichnis. Leipzig 1910. Verlag von Wilhelm Engelmann. Preis geh. 4 M.

Die Reinhaltung der Ruhr. Bearbeitet im Auftrage des Herrn Regierungspräsidenten von Bake in Arnsberg von Dr.-Ing. Imhoff, Regierungsbaumeister a. D. 39 Seiten in 8⁰ mit 3 Plänen. Essen-Ruhr 1910. Druck und Verlag von C. W. Haarfeld. Preis geh. 3 M.

Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands. Besondere Mitteilungen Band II. Nr. 2: Die bisherige Entwicklung der Hochwasservorhersage für die Elbe. Von B. Bölte. 25 Seiten in 4⁰ mit 4 Abbildungen im Text und 8 Beilagen. Preis 2,50 M. Desgl. Band II. Nr. 3: Die Abflußmengenmessungen der Rheinstrombauverwaltung zu Koblenz in den Jahren 1901 bis 1907. Beschreibung der Ausführungsweise und der benutzten Vorrichtungen und Instrumente. Von E. Beyerhaus. 16 Seiten in 4⁰ mit 10 Abbildungen im Text und 9 Beilagen. Berlin 1910. Ernst Siegfried Mittler & Sohn, Königliche Hofbuchhandlung. Preis 2 M.

Sonderabdruck aus der Zeitschrift für Gewässerkunde. X. Band. 2. Heft. Einige Beiträge zur Gewässerkunde Russisch-Mittelasiens (Russisch-Turkestans) von Dipl.-Ing. F. Thies in Berlin. 8 Seiten in 8⁰.

Sonderabdruck aus den Mitteilungen aus dem Königl. Materialprüfungsamt zu Groß Lichterfelde West. Bericht über die Tätigkeit des Amtes im Betriebsjahre 1909. Von Direktor A. Martens. 112 Seiten in 8⁰. Verlag von Julius Springer in Berlin.

Zur Theorie des Wasserschlosses bei selbsttätig geregelten Turbinenanlagen. Von Dr.-Ing. D. Thoma, Assistent für technische Mechanik an der Technischen Hochschule München. 65 Seiten in 8⁰ mit 10 in den Text gedruckten Abbildungen. München und Berlin 1910. Druck und Verlag von R. Oldenbourg. Preis 2 M.

Sammlung Göschen. Die Kalkulation im Maschinenbau von Ingenieur H. Bethmann, Dozent am Technikum Altenburg. 84 Seiten in 8⁰ mit 63 Abbildungen. (Sammlung Göschen Nr. 486.) G. J. Göschensche Verlagshandlung in Leipzig. Preis in Leinwand geb. 0,80 M.

Kalender für Betriebsleitung und praktischen Maschinenbau 1911. 19. Jahrg. Hand- und Hilfsbuch für Besitzer und Leiter maschineller Anlagen, Betriebsbeamte, Techniker, Monteure und solche, die es werden wollen. Unter Mitwirkung erfahrener Betriebsleiter herausgegeben von Fabrikdirektor Hugo Güldner. Zwei Teile in 8⁰. I. Teil gebunden: 288 Seiten mit vielen Abbildungen. II. Teil broschiert: 446 Seitten mit Abbildungen. Leipzig 1911. Verlag von H. A. Ludwig Degener. Preis zusammen 3 M., in Lederband 5 M.

Ueber die Rentabilität von Zentralheizungen. Unter besonderer Berücksichtigung der Abdampfausnützung und der Wirtschaftlichkeit der in diesem Zusammenhange arbeitenden Elektrizitätswerke von Heilanstalten. Von Hans Tilly, Provinzial-Ingenieur in Tempelhof bei Berlin. 32 Seiten in 8⁰ mit 6 Diagrammen und 4 Tafeln. München und Berlin 1910. Druck und Verlag von R. Oldenbourg. Preis 1,50 M.

Die Garantie-Probeheizung bei Wasser- und Dampfheizanlagen, einschließlich Berechnung der notwendigen Luftzirkulationsquerschnitte bei Heizkörperverkleidungen. Von Dipl.-Ing. Hermann Recknagel. 38 Seiten in 8⁰ mit 3 in den Text gedruckten Abbildungen. München und Berlin 1910. Druck und Verlag von R. Oldenbourg. Preis 0,75 M.

Prüfung und Berechnung ausgeführter Ammoniak-Kompressions-Kältemaschinen an Hand des Indikator-Diagrammes. Unter besonderer Berücksichtigung des nassen und trockenen Kompressorganges, Ueberhitzungseinrichtung und automatische Regulierung von Dr. Gustav Döderlein, Direktor der Sächsischen Maschinenfabrik Chemnitz. Zweite erweiterte und verbesserte Auflage. 130 Seiten in 8⁰ mit 42 Textabbildungen und 3 lithographierten Tafeln. München und Berlin 1910. Verlag von R. Oldenbourg. Preis 5 M.

Les enroulements industriels des machines à courant continu et à courants alternatifs. Théorie et pratique. Par Eugène Marec, Ingénieur diplômé de l'École supérieure d'Électricité. Avec une préface de Paul Janet, Directeur de l'École supérieure d'Électricité. 240 Seiten in 8⁰ mit 212 Abbildungen. Paris 1911. Gauthier-Villars, éditeur. Preis 9 Fr.

Alles elektrisch! Ein Wegweiser für Haus und Gewerbe. Preisgekrönte Bearbeitung von H. Zipp, Ingenieur in Cöthen. 47 Seiten in 8⁰. Berlin 1911. Verlag von Julius Springer. Preis 0,25 M., bei Bezug von 50 Exemplaren an à 0,20 M., von 100 Exemplaren à 0,16 M., 500 Exemplare à 0,14 M., 1000 Exemplare à 0,12 M.

Les substances isolantes et les méthodes d'isolement utilisées dans l'industrie électrique. Par Jean Escard, Ingénieur civil. 314 Seiten in 8⁰ mit 182 Abbildungen. Paris 1911. Gauthier-Villars, imprimeur-libraire du Bureau des Longitudes de l'École Polytechnique. Quai des Grands-Augustins 56. Preis 10 Fr.

Elektrizität und Luftschiffahrt in ihren wechselseitigen Beziehungen. Von Gustav von Falkenberg. 58 Seiten in 8⁰ mit 12 Abbildungen. Rostock i. M. 1910. C. J. E. Volckmann Nachfolger (E. Wette). Preis 1,80 M.

Einführung in die Elemente der höheren Mathematik und Mechanik. Für den Schulgebrauch und zum Selbstunterricht bearbeitet von Dr. Hans Lorenz, Professor der Mechanik an der Technischen Hochschule zu Danzig. 176 Seiten in 8⁰ mit 126 in den Text gedruckten Abbildungen. Berlin

und München 1910. Druck und Verlag von R. Oldenbourg. Preis 2,40 M.

Die partiellen Differential-Gleichungen der mathematischen Physik. Nach Reimanns Vorlesungen. Fünfte Auflage. Bearbeitet von Heinrich Weber, Professor der Mathematik an der Universität Straßburg. I. Band. 527 Seiten in 8⁰ mit 81 eingedruckten Abbildungen. Braunschweig 1910. Druck und Verlag von Friedrich Vieweg & Sohn. Preis geh. 12 M., geb. 13,60 M.

Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik. Herausgegeben von Karl von Buchka, Berlin, Hermann Stadtler, München-Ingolstadt, Karl Sudhoff, Leipzig. 2. Band. Heft 5. 75 Seiten in 8⁰.

Desgl. 2. Band. Heft 6. 91 Seiten 8⁰. Leipzig 1910. Verlag von F. C. W. Vogel. Preis pro Band 20 M.

Der vollwandige Zweigelenkbogen. Entwurf, bauliche Ausbildung und Berechnung des Zweigelenkbogens, seiner Fahrbahn und Widerlager, von K. Brabant, Kgl. Eisenbahnbau- und Betriebsinspektor. Mit 83 Textabbildungen. Berlin 1910. Verlag von Ernst & Korn. Preis geh. 4 M.; geb. 4,80 M.

Wie der Verfasser im Vorwort hervorhebt, soll die vorliegende Abhandlung keine Theorie der Blechbogen im allgemeinen und derjenigen mit zwei Gelenken im besondern bringen, sondern möglichst alle Gesichtspunkte beleuchten, die beim ersten Entwurf, bei der baulichen Ausbildung und Ausführung sowie bei der Berechnung vollwandiger Zweigelenkbogen unter besonderer Berücksichtigung tiefer Straßenunterführungen zu beachten sind. Dabei ist auf die Ableitung der Formeln, unter Hinweis auf das genauere Verfahren von Müller-Breslau nur soweit eingegangen, als es zur Berechnung, zum Verständnis und zur Beurteilung des Genauigkeitsgrades der Festigkeitsberechnung des Blechbogens, seiner Endversteifung und Widerlager erforderlich schien. Straßenbrücken wurden dabei nicht berücksichtigt.

Der Inhalt gliedert sich in zwei Teile. Im ersten Teil wird der allgemeine Entwurf und die bauliche Ausbildung der Bogenträger, der Fahrbahn, Fußsteige und Widerlager behandelt; im zweiten, in drei Abschnitte zerfallenden Teil wird die Berechnung des Bogens, die Berechnung des Widerlagers und eine Zusammenstellung der Zahlenwerte gebracht.

Während somit der erste Teil mehr den praktischen Fragen Rechnung trägt, beschäftigt sich der zweite Teil mit den der Berechnung zugrunde liegenden Theorien und bringt im ersten Abschnitt im § 17 die Bestimmung des Horizontalschubes, in § 18 bis 23 die Berechnung der innern Spannkräfte infolge des Eigengewichtes, infolge der senkrechten Verkehrslasten aus Einflußflächen und nach Müller-Breslaus Verfahren, infolge Wärmeänderung und infolge wagerechter äußerer Kräfte. Sodann folgt im § 24 die Berechnung eines Bogens aus derjenigen eines andern von verschiedener Stützweite, im § 25 die Bestimmung und Anordnung des Bogenquerschnitts und im § 26 die Berechnung der Endversteifung. Der zweite Abschnitt des zweiten Teils behandelt die Bestimmung des größten Stützdruckes und der größten Kantenpressung in einer Widerlagerfuge, die günstigste Anordnung des Widerlagers, die Bestimmung des Auflagerquaders und des Bausohlquerschnittes sowie die Gestaltung des übrigen verlorenen Widerlagers. Die im dritten Abschnitt des zweiten Teils zusammengestellten Zahlenwerte und Formeln sollen zur Erleichterung ihrer Anwendung ein Vorbild geben, wie die Berechnung übersichtlich in eine Spaltenform gebracht werden kann. Der oben erwähnte § 24, in welchem die Berechnung eines Bogens aus derjenigen eines andern von verschiedener Stützweite, aber gleichem Pfeilverhältnis gezeigt wird, ermöglicht eine größere Anzahl von Zweigelenkbogen gleichzeitig zu entwerfen und zu berechnen oder solche nachzuprüfen.

Wie aus dem besprochenen Inhalt hervorgeht, füllt die vorliegende Abhandlung in der Tat eine bestehende Lücke aus, indem für die konstruktive Durchbildung und Berechnung von Straßenüberführungen, die besonders bei Erweiterungs- und Umbauten der Bahnhöfe in größern Städten häufig vorkommen, eine derartige dem entwerfenden Ingenieur zu Hilfe kommende übersichtliche Zusammenstellung seither fehlte. *L. v. Willmann.*

Die Bekämpfung des Straßenstaubes. Von F. Löwe, Geh. Hofrat, Professor der Techn. Hochschule München. Mit 23 Abbildungen im Text. Wiesbaden 1910. Kreidels Verlag. Preis 1,40 M.

Die kleine Schrift ist als Nachtrag zu des Verfassers „Straßenbaukunde" erschienen und beschreibt die verschiedenartigen Versuche der Minderung oder Beseitigung des Straßenstaubes in recht ausführlicher Art.

Wenn dabei als Mittel zum Zwecke die „Oberflächenteerung" und „Tiefteerung" gegenübergestellt werden, so läßt sich hiergegen freilich einwenden, daß man das vom Verfasser als „Tiefteerung" bezeichnete Verfahren, welches darin besteht, als Bindemittel und Fugenfüllung der Schottersteine nicht nach alter Weise Steingruß oder Kies, sondern pechig-teerige Massen zu verwenden, wohl nicht zu dem Zwecke anwendet, die Staubbildung zu bekämpfen, sondern zunächst nur in der Absicht, das Eindringen von Wasser und die Auflockerung der Schotterbahn bei nassem Wetter zu hindern; die Staubminderung ergibt sich da nur als Nebenvorteil.

Wenn diese sogenannten Pechmakadamstraßen sich übrigens nach Angabe des Verfassers nicht überall gleich gut bewährt haben, so liegt das nach Ansicht des Berichterstatters an der Konsistenz des verwendeten pech-teerigen Bindemittels, welches möglichst fest und steif gewählt werden muß, und dessen Starrheit nur dahin zu begrenzen ist, daß es bei Winterfrost nicht glasig-spröde werden darf.

Bei Anlage der vom Verfasser erwähnten Gleisanlagen hat man auch wohl weniger an Minderung des Straßenstaubes als der Zugkraft oder an streifenweise Einebnung sonst unfahrbarer Geländestreifen gedacht; so bei den Holzbahnen in Wäldern und bei den in einer alten akademischen Abhandlung von Ernst Curtius, Berlin, behandelten Spurbahnen der Griechen, nicht der Römer, wie auf S. 30 der Schrift angegeben wird. *E. Dietrich.*

Praktische Winke zum Studium der Statik und zur Anwendung ihrer Gesetze. Ein Handbuch für Studierende und praktisch tätige Ingenieure von Robert Otzen, Professor an der Kgl. Technischen Hochschule zu Hannover. Mit 95 Textabbildungen. Wiesbaden 1911. C. W. Kreidels Verlag.

Aus Unterrichtserfahrungen heraus hat der Verfasser in gedrängtester Form die für das Erfassen und Behandeln statischer Berechnungen erforderlichen allgemeinen Grundlagen, Begriffe, Erklärungen, Gesetze und ihre Anwendungen in eigenartiger, sehr übersichtlicher Weise zusammengestellt. In sechs, in verschiedene Paragraphen zerfallenden Kapiteln werden: Allgemeine Grundlagen, Gesetze des Gleichgewichtes, Statisch bestimmte Bauwerke, Einflußlinien, Elastische Formänderung und Statisch unbestimmte Bauwerke behandelt, wobei für schwierigere Fälle auch Zahlenbeispiele gebracht, und namentlich praktische Winke für das Anfassen bestimmter Aufgaben gegeben werden. Es soll aber das

nur 147 Seiten enthaltende Bändchen kein Lehrbuch im engern Sinne, sondern nur ein zurechtweisendes Handbuch, d. h. ein Hilfsmittel zum Begreifen und Beherrschen der Grundgesetze der Statik sein. Deshalb sind fast jedem Paragraphen für ein eingehenderes Studium Hinweise auf die bekanntern, bewährten und ausführlichern Lehrbücher von: Föppl, Keck-Hotopp, Mehrtens, Müller-Breslau und Otzen-Barkhausen, unter Angabe der jedesmal zutreffenden Seitenzahl, vorangestellt worden, so daß dem Leser in gründlichster Weise Gelegenheit geboten wird, etwa nachzuholende Belehrung zu finden. Außerdem wird als Anhang ein Literaturverzeichnis über die einschlägigen Arbeiten der letzten 20 Jahre gegeben, das, getrennt für Lehrbücher, Doktor-Dissertationen und Aufsätze in Zeitschriften, für letztere übersichtlich nach dem Inhalt der Kapitel angeordnet, zusammengestellt erscheint. Das vorliegende neue Handbuch wird nicht allein den Studierenden, sondern auch den in der Praxis stehenden Ingenieuren von Nutzen sein können, da es in anschaulicher Weise, von der Behandlung einfacher Aufgaben ausgehend, in den Gedankengang schwierigerer Untersuchungen einführt und gleichzeitig die Hinweise zur Vertiefung in ähnliche, anders liegende Einzelfälle darbietet. Es kann daher bestens empfohlen werden.

L. v. Willmann.

Baukonstruktionslehre, Leitfaden für den Unterricht an Baugewerkschulen und verwandten technischen Lehranstalten. Von Otto Frick und Karl Knöll, Oberlehrer an der Kgl. Baugewerkschule zu Königsberg i. Pr. Leipzig und Berlin 1910. B. G. Teubner.

In der von Professor M. Girndt herausgegebenen Sammlung von Leitfäden „Der Unterricht an Baugewerkschulen" ist auch die vorgenannte Baukonstruktionslehre von Frick und Knöll erschienen. Wie das Vorwort sagt, waren für die Anlage und Stoffbehandlung die Bestimmungen des neuen Lehrplans vom 1. Juni 1908, der das fertige Haus in den Mittelpunkt des gesamten Hochbauunterrichts stellt, maßgebend. Um nun in der Baukonstruktionslehre der untersten Klasse bereits alle Konstruktionen, die beim einfachen bürgerlichen Landhaus vorkommen, zu erledigen, ist der Leitfaden in zwei Teile zerlegt worden, derart, daß der erste Teil einen kurzen Abriß aller Bauarbeiten gibt, die bei der Herstellung kleiner Landhausbauten in Frage kommen, während der zweite Teil alle im Lehrplan vorgesehenen Konstruktionsergänzungen bringt.

Mit Rücksicht auf die Gesichtspunkte des Lehrplans von 1908 dürfte dem Leitfaden als Zeiterscheinung eine über seine eigentliche Bestimmung hinausgehende Bedeutung zuzusprechen sein.

Der Leitfaden selbst ist praktisch angeordnet, gut geschrieben und enthält zahlreiche, mit Verständnis gewählte Abbildungen, welche durch die eingehenden Maßangaben noch besonders wertvoll werden. Als kurzer Leitfaden kann das Werk durchaus empfohlen werden. *M.*

Der Tiefbau in Städten und Ortschaften, Bebauungspläne, Straßenbau, Wasserversorgung und Entwässerung von Städten und Ortschaften im Unterricht an Tiefbauschulen und für mittlere Stadtbaubeamte. Bearbeitet von Ingenieur R. Welks, Lehrer am Technikum in Hildburghausen. Mit 210 Abbildungen im Text. Wiesbaden 1909. C. W. Kreidels Verlag.

Der Verfasser hat es verstanden, den Inhalt seines Werkes auf das zu beschränken, was in das Arbeitsgebiet eines Technikers mit Mittelschulbildung gehört. Der Stoff ist übersichtlich angeordnet. Das Buch kann in jeder Beziehung empfohlen werden. *Soldan.*

Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands. Herausgegeben von der Preußischen Landesanstalt für Gewässerkunde. Abflußjahr 1906 und Abflußjahr 1907. Berlin 1910. Ernst Siegfried Mittler & Sohn.

Jeder Jahrgang umfaßt sieben stattliche Hefte, in denen von den wichtigsten Meßstellen die Wasserstände und Abflußmengenmessungen mitgeteilt werden. Außerdem wird mitgeteilt, an welchen Orten Gefällaufnahmen, Aufnahmen von Flußquerschnitten, Beobachtungen von Wassertemperaturen und von Grundwasserständen stattgefunden haben.

Jede Veröffentlichung dieser Art bedeutet eine außerordentliche Förderung aller wasserwirtschaftlichen Fragen, deren Bedeutung für die allgemeine Volkswirtschaft stetig zunimmt.

Während an den großen Strömen seit der Einrichtung der Strombauverwaltungen die Beobachtungen mit der nötigen Sachkenntnis und in genügendem Umfange durchgeführt werden, ist für die kleinen Flußgebiete recht wenig geschehen. Hier harrt das Beobachtungsnetz noch des einheitlichen Ausbaues, dessen es dringend bedarf, wenn wir in der Zukunft den wachsenden Ansprüchen unsrer Wasserwirtschaft gerecht werden sollen. *Soldan.*

Verwaltungsbericht der Königlichen Ministerialabteilung für den Straßen- und Wasserbau für die Rechnungsjahre 1907 und 1908. I. Straßenbau. II. Wasserbau. III. Kocherbrücke bei Ottendorf. Herausgegeben von dem Königl. Ministerium des Innern, Abteilung für den Straßen- und Wasserbau. Stuttgart 1910. Druck von Strecker & Schröder.

Der Bericht enthält wertvolle Angaben über die Einrichtung der Straßen- und Wasserbauverwaltung und über die entstandenen Kosten. Eine eingehende Beschreibung erfährt die Kocherbrücke bei Ottendorf, die im Jahre 1908 als Ersatz für eine alte Holzbrücke ausgeführt worden ist.

Soldan.

Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und Technik. Jahrgang 1909, Heft 4, S. 262—271. Geschichte der Verzinnungstechnik von Ing. chem. Grünwald.

Geschichtliche Entwicklung der Verwendung reiner Zinngegenstände und verzinkter Gegenstände. Beschreibung der verschiedenen Verfahren im Mittelalter und in der modernen Zeit. Produktions- und Preistabellen.

Desgl. Jahrgang 1910, Heft 3, S. 183—200. Geschichte der Erfindung des Porzellans durch Joh. Friedr. Böttger. Vortrag des Oberbergrats Dr. Heintze. Interessante Veröffentlichung urkundlichen Materials über die vor 200 Jahren erfolgte Entdeckung des glasierten Porzellans durch Böttger, Beschreibung des an Entbehrungen und Leiden reichen Lebens Böttgers. *M-r.*

Kartelle und Trusts von Prof. Dr. R. Liepmann. Stuttgart 1910. E. H. Moritz.

Der Verfasser dieses nach fünf Jahren in zweiter starker Auflage erscheinenden Werkchens hat es sich zur Aufgabe gemacht, die volkswirtschaftlichen Organisationen der Neuzeit, insbesondere die Trusts und Kartelle nebst ihrem Einfluß auf die gesamte Volkswirtschaft in populärer Form auf 200 Seiten kleinen Formats darzustellen, und hat diese Aufgabe geschickt gelöst.

Der freie Wettbewerb zwischen einzelnen Unternehmungen, welcher durch gegenseitigen Preisdruck viele an den Rand des Verderbens gebracht, hat meistens auf-

gehört und die Bildung wirtschaftlicher Verbände veranlaßt. Die wichtigsten in Deutschland sind die Kartelle, englisch pools genannt; sie sind Vereinigungen selbständig bleibender Unternehmer zum Zweck monopolistischer Beherrschung des Marktes; die Höhe der Preise, die Absatzgebiete und Anzahl der Aufträge für die einzelnen Mitglieder, die Verteilung des Gewinns und andres werden durch Verträge geregelt. Die Kartelle haben ihren Mitgliedern höhern Gewinn und geringeres Risiko gebracht, die Outsiders wirtschaftlich vernichtet oder zum Anschluß gezwungen und die Arbeiter gleichmäßiger beschäftigt. Die Weiterverarbeiter und der Handel mußten wohl erhöhte Preise bezahlen, aber da bei wirtschaftlichem Niedergang die Ueberproduktion an das Ausland abgesetzt wurde, konnten sie ihre Kalkulationen auf wenig schwankende Preise basieren. Um sich von den Rohstoffkartellen unabhängig zu machen, erwarben manche Weiterverarbeiter Rohstoffunternehmungen (Kombination); so konnte ein Stahlwerk, ein Hüttenwerk und eine Kohlenzeche sich angliedern und dadurch große wirtschaftliche und auch technische Vorteile erreichen. Die reinen Weiterverarbeiter können sich nur noch durch die Produktion qualifizierter Waren halten.

Unter Trusts versteht man jetzt in Amerika entweder gänzliche Fusionen von Werken oder auch Aktiengesellschaften, welche die größere Hälfte der Effekten vieler Unternehmungen erwerben und diese daher in ihrem Sinne leiten können (holding companies). Es wurde nicht immer ein Monopol, sondern häufig nur eine Verbilligung der Produktionskosten, z. B. durch Stillegung schlecht arbeitender Werke erstrebt. Ein unzureichendes Aktienrecht zeitigte bei der Gründung solcher Gesellschaften die schwersten Mißbräuche gegenüber den finanziell Schwachen, und durch ein Schachtelsystem von Aktiengesellschaften gelang es einigen wenigen Personen, übermäßige Macht im Wirtschaftsleben zu gewinnen.

An Stelle der Kartelle bilden sich neuerdings oft lose Interessengemeinschaften, oder durch Besitz von Effekten der Konkurrenzfirma und Teilnahme an deren Gewinn gleicht eine Unternehmung ihre eignen Verluste aus. Auch Gebilde ähnlich den holding companies entstehen, aber infolge der Vorsicht der Finanzierungsbanken und des Publikums spielen sich diese Kämpfe bei uns weniger überstürzt ab als in dem spekulationssüchtigen Amerika.

Als wirksame Abhilfe gegen die schädlichen Auswüchse der Kartelle werden größere Oeffentlichkeit ihrer Geschäftsgebarung und straffe Beaufsichtigung durch ein von Sachverständigen geleitetes staatliches Industrieamt empfohlen. Von einer Verstaatlichung der Werke ist eine Preisherabsetzung kaum zu erwarten, da der Staat meistens teuer kauft und teuer wirtschaftet und daher hohe Selbstkosten hat; bei den bestehenden Staatsbergwerken sind die Preise nicht niedriger als bei den privaten.

Das Werkchen sei allen Fachgenossen, welche sich rasch über das Kartellwesen unterrichten wollen, wärmstens empfohlen. Dipl.-Ing. *Fr. Wagner.*

Hand- und Lehrbuch der niedern Geodäsie, begründet von Fr. Hartner, weil. Professor an der k. k. Technischen Hochschule in Wien, fortgesetzt von Hofrat J. Wastler, weil. Professor an der k. k. Technischen Hochschule in Graz, und in 10. Auflage umgearbeitet und erweitert von Ed. Doležal, o. ö. Professor an der k. k. Technischen Hochschule in Wien. Zwei Bände (1114 und 584 Seiten nebst 16 Tafeln). Wien 1910. L. W. Seidel & Sohn.

Das Hartner-Wastlersche Werk ist schon in der 9. Auflage von Professor Doležal gänzlich umgearbeitet worden, die vorliegende 10. Auflage enthält noch weitere Ergänzungen einzelner Teile. Die Einteilung ist die übliche in Horizontalaufnahmen, Höhenaufnahmen und graphische Darstellung der Aufnahmen, einschließlich der Tachymetrie und Photogrammetrie. Vorausgeschickt ist die Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate, die später auch vielfach Anwendung findet. Ohne auf die Einzelheiten des großen Handbuchs hier einzugehen, soll nur hervorgehoben werden, daß es sich ebenso durch Wissenschaftlichkeit wie durch Vollständigkeit auszeichnet und in dem jetzigen Bearbeiter einen der berufensten Vertreter der Geodäsie gefunden hat.

Neu sind in dieser Auflage das Gaußsche Eliminationsverfahren bei der Fehlerausgleichung, der Polygonzug mit optischer Seitenmessung, der Bussolenzug, die strenge Ausgleichung von Polygonzügen nach der Methode der kleinsten Quadrate, die in Deutschland gebräuchlichsten Nivellierinstrumente und ein besonderer Abschnitt über Stereophotogrammetrie mit Erläuterung des Stereokomparators, durch den das sonst schwierige Aufsuchen der zusammengehörigen Punkte vermieden wird. Auch Genauigkeitsuntersuchungen sind dem interessanten letzten Gegenstande, mit dem sich der Verfasser besonders eingehend beschäftigt hat, beigefügt. *Petzold.*

Der Landmesser im Städtebau. Praktisches Handbuch zur sachgemäßen Erledigung der landmesserischen Geschäfte im Gemeindedienst. Von A. Abendroth, Sektionsdirigent der Königl. Landesaufnahme in Berlin. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 4 Tafeln und 34 Textabbildungen. Berlin 1909. P. Parey.

Gegen die im Jahre 1901 erschienene erste Auflage sind in der zweiten besonders die Teile über Stadterweiterungen, den städtischen Grundbesitz und die Verwaltung des Grundbesitzes ergänzt worden. Außerdem werden in einem Anhange noch die wichtigsten preußischen Gesetze über Bebauungspläne mitgeteilt. Nach einer Einleitung und verschiedenen allgemeinen Erklärungen umfaßt der Inhalt folgende acht Kapitel: Allgemeine und ausführliche Pläne für Stadterweiterungen; der städtische Grunderwerb; die Verwaltung des Grundbesitzes (das städtische Lagerbuch, die Grenzvermarkung und -überwachung, die Landteilungen und -umlegungen, Verkauf und Verpachtung städtischen Grundbesitzes); der städtische Wasserbau (Wasserversorgung der Stadt, Regulierung von Flüssen und Bächen, Mühlen-, Brücken- und Hafenbau); die Entwässerung (Vorarbeiten, Bau, Riesel- und Kläranlagen, Betrieb); der Straßenbau einschließlich der Straßenbahnen; der Hochbau in bezug auf Grundrißgestaltung, Absteckung und Aufmessung; die Erhaltung der Stadtpläne (Organisation des Stadtvermessungswesens und Fortschreibung der Vermessungswerke, Vervielfältigung der Pläne, sowie Aufbringung der Kosten und die Verzinsung des Anlagekapitals). Zum Schluß werden dann noch Betrachtungen über die Verstaatlichung und Zentralisierung des Vermessungswesens angestellt. *Petzold.*

Für die Schriftleitung verantwortlich: Professor W. Schleyer.

Druck von Gebrüder Jänecke, Hannover.

ZEITSCHRIFT

für

Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben

von dem Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.

Schriftleiter: Professor **W. Schleyer,** Geheimer Baurat.

Jahrgang 1911. Heft 3.
(Band LVII; Band XVI der neuen Folge.)



Erscheint jährlich in 6 Heften.
Jahrespreis 22,60 Mark.

Bauwissenschaftliche Mitteilungen.

Die Theorie des mit seinen Pfeilern fest verbundenen kontinuierlichen Trägers.

Von Dr.-Ing. Johann Kossalka, königl. Baurat und Privatdozent, Budapest.

Unsre Aufgabe sei die Lösung jenes Kräftespieles, welches in einem mit den unterstützenden Pfeilern fest verbundenen kontinuierlichen Träger unter dem Einflusse einer beliebigen Belastung entsteht (Abb. 1).

Um die Aufgabe ganz allgemein zu behandeln, nehmen wir an, daß der Linienzug des Trägers bei den Pfeilern gebrochen ist und daß die untern Endquerschnitte der Pfeiler eine bekannte, sonst aber beliebige Bewegung erleiden.

links aus wirkt, auf drei Komponenten, und zwar auf die durch den Punkt K laufende vertikale Komponente $V_{n,\,n+1}$, auf die in die Richtung des Trägerteiles $F_n F_{n+1}$ fallende Komponente $H_{tn,\,n+1}$ und auf das Moment $M_{n,\,n+1}$, und bezeichnen wir die wagerechte Projektion von $H_{tn,\,n+1}$ mit $H_{n,\,n+1}$.

Zerlegen wir ferner die Kraft, welche auf einen beliebigen Querschnitt $z - z$ (Abb. 2) des Pfeilers $A_n F_n$ von unten aus wirkt, ebenfalls auf drei Komponenten, und

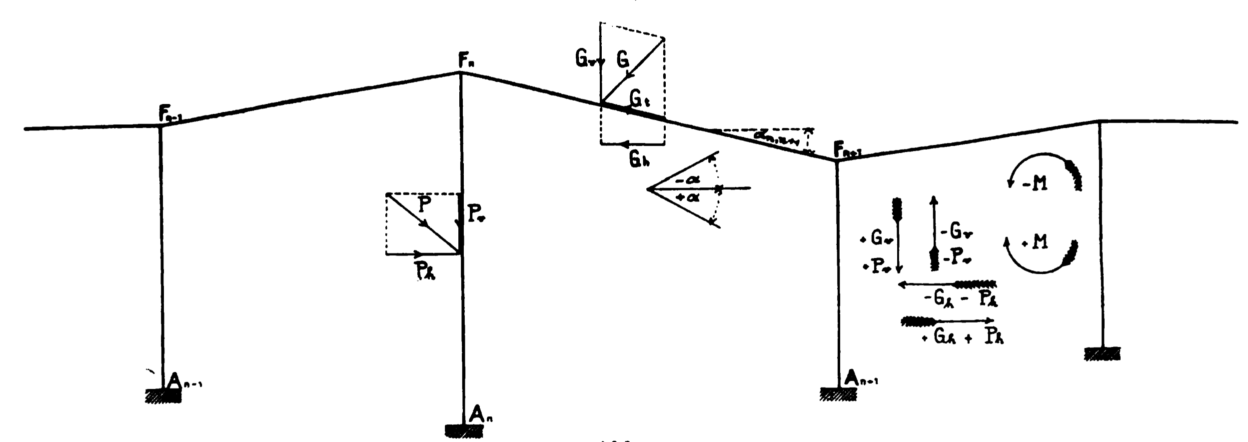


Abb. 1.

Zerlegen wir sämtliche Kräfte G und P auf je zwei Komponenten, und zwar die auf den Trägerteil $F_n F_{n+1}$ wirkenden Kräfte G auf eine vertikale G_v und auf eine mit dem Trägerteil $F_n F_{n+1}$ parallele G_t, jene Kräfte P aber, welche auf den Pfeiler $A_n F_n$ wirken, auf eine vertikale P_v und auf eine horizontale P_h.

Bezeichnen wir die wagerechte Projektion von G_t mit G_h und nehmen wir in bezug auf das Vorzeichen jene Feststellung an, welche aus Abb. 1 zu ersehen ist.

Zerlegen wir jene Kraft, welche auf den Querschnitt $x - x$ des Trägerteiles $F_n F_{n+1}$ (Abb. 2) von

zwar auf die durch den Punkt L laufende lotrechte Kraft V_n, auf die wagerechte Kraft H_n und auf ein Moment M_n.

Bezeichnen wir die alleräußersten Querschnitte des Trägerteiles $F_n F_{n+1}$ mit $I_{n,\,n+1}$ und $II_{n,\,n+1}$, die des Pfeilers $A_n F_n$ mit I_n und II_n, ferner die Komponenten der auf diese Querschnitte wirkenden Kräfte mit $V'_{n,\,n+1}, H'_{tn,\,n+1}, M'_{n,\,n+1}$ und $V''_{n,\,n+1}, H''_{tn,\,n+1}, M''_{n,\,n+1}$ resp. mit V'_n, H'_n, M'_n und V''_n, H''_n, M''_n.

Wenn wir sämtliche auf die Querschnitte I und II wirkenden Komponenten V, H und M kennen würden, so

würden durch dieselben zugleich auch die Komponenten der beliebigen Querschnitte $x - x$ und $z - z$ bekannt sein.

Es genügt sogar nur die Momente $M'_{n,\,n+1}$, $M''_{n,\,n+1}$ und M'_n M''_n zu kennen, weil diese Momente die Komponenten V und H vollständig bestimmen.

Bezeichnen wir nämlich mit $\mathfrak{V}'_{n,\,n+1}$ und $\mathfrak{V}''_{n,\,n+1}$ jene beiden lotrechten Reaktionskräfte, welche auftreten würden, wenn der Trägerteil $F_n F_{n+1}$ (Abb. 1) ein freiaufliegender Balken wäre, auf welchen die vertikalen Kräfte G_v wirken. Bezeichnen wir zugleich mit $\mathfrak{H}'_n$ und $\mathfrak{H}''_n$ jene wagerechten

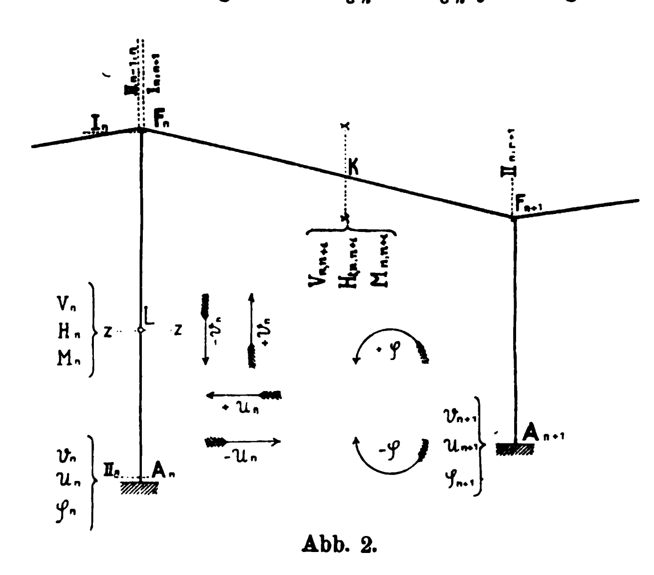


Abb. 2.

Reaktionskräfte, welche infolge der Wirkung der Kräfte P_h in dem Falle auftreten würden, wenn wir den Pfeiler $A_n F_n$ als auf seinen beiden Enden freiaufliegend annehmen.

Es ist bekannt, daß:

$$1)\quad V'_{n,\,n+1} = \mathfrak{V}'_{n,\,n+1} + \frac{M'_{n,\,n+1} - M''_{n,\,n+1}}{l_{n,\,n+1}}$$

$$2)\quad V''_{n,\,n+1} = \mathfrak{V}''_{n,\,n+1} + \frac{M''_{n,\,n+1} - M'_{n,\,n+1}}{l_{n,\,n+1}}$$

$$3)\quad H'_n = \mathfrak{H}'_n + \frac{M'_n - M''_n}{h_n}$$

$$4)\quad H''_n = \mathfrak{H}''_n + \frac{M''_n - M'_n}{h_n}.$$

Wenn nun die Komponenten M bekannt sind, lassen sich zuerst die Komponenten $V'_{n,\,n+1}$, $V''_{n,\,n+1}$ und H'_n, H''_n berechnen, wonach wir mit Benutzung der H'_n, H''_n und der Kräfte G_h, P_h auch die Komponenten $H'_{n,\,n+1}$, $H''_{n,\,n+1}$ bestimmen können.

Schließlich lassen sich die Komponenten V'_n und V''_n auf folgendem Wege bestimmen.

Die auf den Querschnitt $I_{n,\,n+1}$ wirkende Kraft ist offenbar gleich mit der resultierenden Kraft der auf die Querschnitte $II_{n-1,\,n}$ und I_n wirkenden Kräfte (Abb. 2) und es folgt somit:

$$V'_{n,\,n+1} + H'_{n,\,n+1}\,\operatorname{tg}\alpha_{n,\,n+1} = V''_{n-1,\,n} + H''_{n-1,\,n}\,\operatorname{tg}\alpha_{n-1,\,n} + V'_n$$

oder:

$$5)\quad V'_n = V'_{n,\,n+1} + H'_{n,\,n+1}\,\operatorname{tg}\alpha_{n,\,+1} - V''_{n-1,\,n} - H''_{n-1,\,n}\,\operatorname{tg}\alpha_{n-1,\,n}$$

Durch diese Gleichung läßt sich V'_n bestimmen, und durch V'_n und P_v ist schließlich auch V''_n vollständig bestimmt.

Aus dem oben Erwähnten folgt, daß wir im folgenden bloß die Momente M als unbekannt betrachten müssen.

Unter dem Einflusse der beliebigen Kräfte G und P (Abb. 1) erleidet der untersuchte kontinuierliche Träger Formänderungen, und zwar bestehen diese Formänderungen darin, daß sich jene Querschnitte, welche das Δs-Trägerelement (Abb. 3) begrenzen, sich gegeneinander mit einem Winkel verdrehen, welchen wir bezüglich des Trägerteiles $F_n F_{n+1}$ mit $\Delta \varkappa_{n,\,n+1}$ bezüglich des Pfeilers $A_n F_n$ aber mit $\Delta \varkappa_n$ bezeichnen wollen.

Es ist bekannt, daß

$$\Delta \varkappa_{n,\,n+1} = \frac{M_{n,\,n+1}\,\Delta s}{E J_{n,\,n+1}}$$

$$\Delta \varkappa_n = \frac{M_n\,\Delta s}{E J_n}$$

ist, wo $M_{n,\,n+1}$ und M_n die den Δs langen Trägerelementen entsprechenden Momentskomponenten, $J_{n,\,n+1}$ und J_n die den Elementen Δs entsprechenden Trägheitsmomente und schließlich E den Elastizitätsmodul des Materials bezeichnen.

Es entstehen auch noch weitere Formänderungen unter dem Einflusse der absoluten und der Scherkräfte, diese Formänderungen werden wir aber im folgenden vernachlässigen.

Die den Trägerteil $F_n F_{n+1}$ begrenzenden Querschnitte $I_{n,\,n+1}$ und $II_{n,\,n+1}$ (Abb. 2) verdrehen sich gegeneinander mit dem Winkel $\varkappa_{n,\,n+1}$, die den Pfeiler $A_n F_n$ begrenzenden Querschnitte I_n und II_n mit dem Winkel $\varkappa_n$; und zwar ist

$$\varkappa_{n,\,n+1} = \sum_{F_n}^{F_{n+1}} \Delta \varkappa_{n,\,n+1}$$

$$\varkappa_n = \sum_{A_n}^{F_n} \Delta \varkappa_n$$

Wenn wir an Stelle der als variabel angenommenen Trägheitsmomente $J_{n,\,n+1}$ und J_n mit denselben proportionale Verhältniszahlen $\tau_{n,\,n+1}$ und τ_n derart einführen, daß

$$J_{n,\,n+1} = J_0\,\tau_{n,\,n+1}$$

$$J_n = J_0\,\tau_n$$

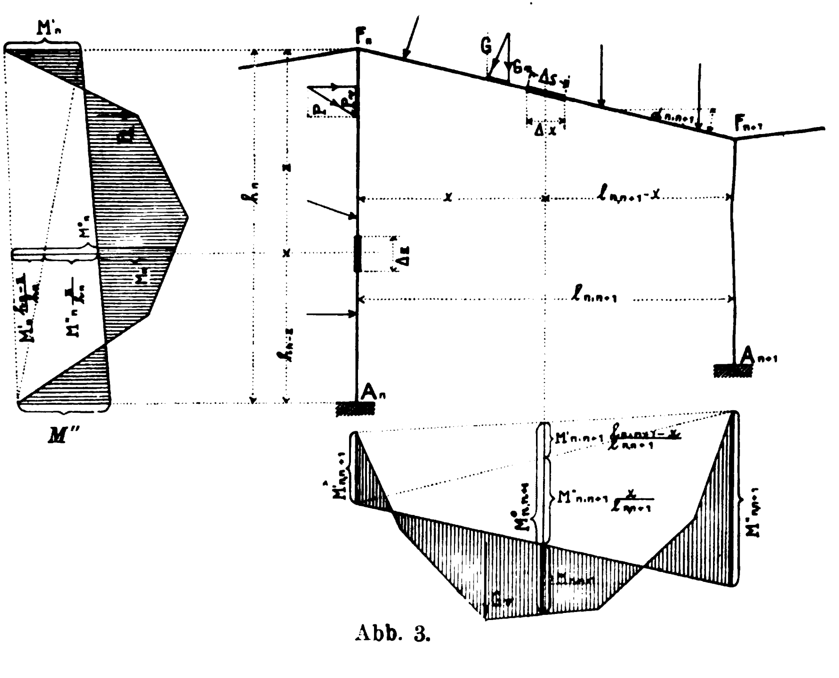


Abb. 3.

wo J_0 ein beliebig gewähltes konstantes Trägheitsmoment bezeichnet, und wenn wir außerdem noch berücksichtigen, daß im Trägerteile $F_n F_{n+1}$ $\Delta s = \dfrac{\Delta x}{\cos \alpha_{n,\,n+1}}$ ist im Pfeiler $A_n F_n$ aber $\Delta s = \Delta z$ (Abb. 3), dann bekommen wir für die Winkel $\Delta \varkappa$ und $\varkappa$ folgende Werte:

$$\Delta \varkappa_{n,\,n+1} = \frac{M_{n,\,n+1}\,\Delta x}{EJ_0\,\tau_{n,\,n+1}\,\cos\alpha_{n,\,n+1}}$$

$$\varkappa_{n,\,n+1} = \frac{1}{EJ_0\,\cos\alpha_{n,\,n+1}} \sum_{F_n}^{F_{n+1}} \frac{M_{n,\,n+1}\,\Delta x}{\tau_{n,\,n+1}}$$

$$\Delta \varkappa_n = \frac{M_n\,\Delta z}{EJ_0\,\tau_n}$$

$$\varkappa_n = \frac{1}{EJ_0} \sum_{A_n}^{F_n} \frac{M_n\,\Delta z}{\tau_n}$$

Zerlegen wir die Momente $M_{n,\,n+1}$ und M_n der Abb. 3 entsprechend in je drei Teile:

$$M_{n,\,n+1} = M'_{n,\,n+1}\,\frac{l_{n,\,n+1} - x}{l_{n,\,n+1}} + M''_{n,\,n+1}\,\frac{x}{l_{n,\,n+1}} + M^0_{n,\,n+1}$$

$$M_n = M'_n\,\frac{h_n - z}{h_n} + M''_n\,\frac{z}{h_n} + M^0_n$$

Durch diese Zerlegung werden auch die Winkel $d\varkappa$ und $\varkappa$ in je drei Teile zerlegt.

$$\Delta\varkappa_{n,\,n+1} = \Delta\varkappa'_{n,\,n+1} + \Delta\varkappa''_{n,\,n+1} + \Delta\varkappa^0_{n,\,n+1}$$

$$\varkappa_{n,\,n+1} = \varkappa'_{n,\,n+1} + \varkappa''_{n,\,n+1} + \varkappa^0_{n,\,n+1}$$

$$\Delta\varkappa_n = \Delta\varkappa'_n + \Delta\varkappa''_n + \Delta\varkappa^0_n$$

$$\varkappa_n = \varkappa'_n + \varkappa''_n + \varkappa^0_n$$

und zwar wird

$$\Delta\varkappa'_{n,\,n+1} = \frac{M'_{n,\,n+1}}{EJ_0}\,\frac{(l_{n,\,n+1} - x)\,\Delta x}{l_{n,\,n+1}\cos\alpha_{n,\,n+1}\,\tau_{n,\,n+1}}$$

$$\Delta\varkappa''_{n,\,n+1} = \frac{M''_{n,\,n+1}}{EJ_0}\,\frac{x\,\Delta x}{l_{n,\,n+1}\cos\alpha_{n,\,n+1}\,\tau_{n,\,n+1}}$$

$$\Delta\varkappa^0_{n,\,n+1} = \frac{1}{EJ_0}\,\frac{M^0_{n,\,n+1}\,\Delta x}{\cos\alpha_{n,\,n+1}\,\tau_{n,\,n+1}}$$

$$\Delta\varkappa'_n = \frac{M'_n}{EJ_0}\,\frac{h_n - z}{h_n\,\tau_n}\,\Delta z$$

$$\Delta\varkappa''_n = \frac{M''_n}{EJ_0}\,\frac{z\,\Delta z}{h_n\,\tau_n}$$

$$\Delta\varkappa^0_n = \frac{1}{EJ_0}\,\frac{M^0_n\,\Delta z}{\tau_n}$$

$$6)\qquad \varkappa'_{n,\,n+1} = \sum_{F_n}^{F_{n+1}} \Delta\varkappa'_{n,\,n+1} = \frac{M'_{n,\,n+1}}{EJ_0}\,f'_{n,\,n+1}$$

$$7)\qquad \varkappa''_{n,\,n+1} = \sum_{F_n}^{F_{n+1}} \Delta\varkappa''_{n,\,n+1} = \frac{M''_{n,\,n+1}}{EJ_0}\,f''_{n,\,n+1}$$

$$8)\qquad \varkappa^0_{n,\,n+1} = \sum_{F_n}^{F_{n+1}} \Delta\varkappa^0_{n,\,n+1} = \frac{1}{EJ_0\cos\alpha_{n,\,n+1}} \sum_{F_n}^{F_{n+1}} \frac{M^0_{n,\,n+1}\,\Delta x}{\tau_{n,\,n+1}}$$

$$9)\qquad \varkappa'_n = \sum_{A_n}^{F_n} \Delta\varkappa'_n = \frac{M'_n}{EJ_0}\,f'_n$$

$$10)\qquad \varkappa''_n = \sum_{A_n}^{F_n} \Delta\varkappa''_n = \frac{M''_n}{EJ_0}\,f''_n$$

$$11)\qquad \varkappa^0_n = \sum_{A_n}^{F_n} \Delta\varkappa^0_n = \frac{1}{EJ_0} \sum_{A_n}^{F_n} \frac{M^0_n\,\Delta z}{\tau_n}$$

Die Werte f', f'', welche in den Ausdrücken der Winkel $\varkappa'$ und $\varkappa''$ vorkommen, bedeuten konstante Längen, welche nur von den Dimensionen der Trägerteile $F_n F_{n+1}$ und der Pfeiler $A_n F_n$ abhängig sind, und zwar ist:

$$12)\qquad f'_{n,\,n+1} = \frac{1}{l_{n,\,n+1}\cos\alpha_{n,\,n+1}} \sum_{F_n}^{F_{n+1}} \frac{(l_{n,\,n+1} - x)\,\Delta x}{\tau_{n,\,n+1}}$$

$$13)\qquad f''_{n,\,n+1} = \frac{1}{l_{n,\,n+1}\cos\alpha_{n,\,n+1}} \sum_{F_n}^{F_{n+1}} \frac{x\,\Delta x}{\tau_{n,\,n+1}}$$

$$14)\qquad f'_n = \frac{1}{h_n} \sum_{A_n}^{F_n} \frac{(h_n - z)\,\Delta z}{\tau_n}$$

$$15)\qquad f''_n = \frac{1}{h_n} \sum_{A_n}^{F_n} \frac{z\,\Delta z}{\tau_n}$$

Durch die oben angegebene Zerlegung der Momente $M_{n,\,n+1}$ und M_n werden, wie wir sehen, die Winkel $\varkappa_{n,\,n+1}$ und $\varkappa_n$ in je solche drei Teile zerlegt, von welchen zwei ($\varkappa'$ und $\varkappa''$) mit den unbekannten Momenten M' und M'' proportional sind, und der dritte durch die bekannten Momente M^0 vollständig gegeben ist.

Es seien die Mittelpunkte der Drehungen $\varkappa'$, $\varkappa''$ und $\varkappa^0$ gleichfalls mit $\varkappa'$, $\varkappa''$ und $\varkappa^0$ bezeichnet (Abb. 4)

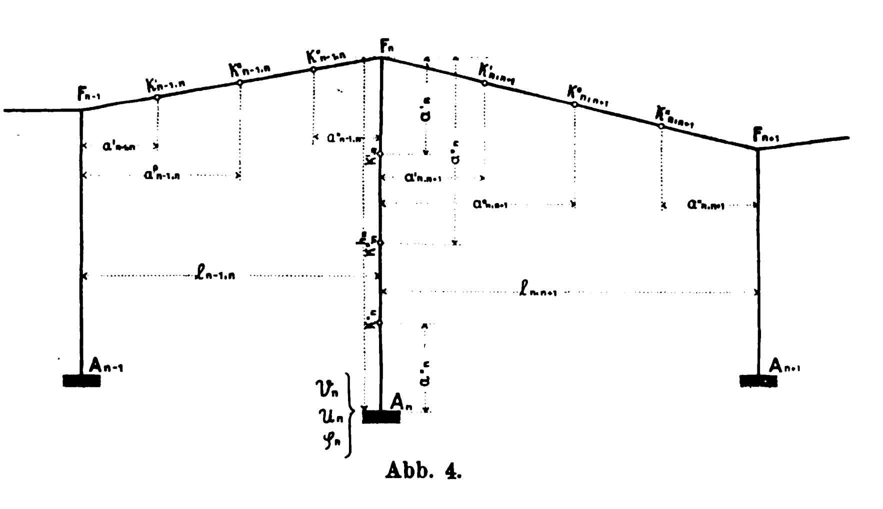


Abb. 4.

und berechnen wir die Entfernungen a' und a'' der Punkte $\varkappa'$ und $\varkappa''$.

Da eine jede Drehung $\varkappa$ die resultierende der entsprechenden Drehungen $d\varkappa$ ist, so wird (siehe auch Abb. 3)

$$16)\qquad a'_{n,\,n+1} = \frac{\sum_{F_n}^{F_{n+1}} \Delta\varkappa'_{n,\,n+1}\,x}{\varkappa'_{n,\,n+1}} = \frac{\sum_{F_n}^{F_{n+1}} \frac{(l_{n,\,n+1} - x)\,x\,\Delta x}{\tau_{n,\,n+1}}}{l_{n,\,n+1} \sum_{F_n}^{F_{n+1}} \frac{\Delta x}{\tau_{n,\,n+1}} - \sum_{F_n}^{F_{n+1}} \frac{x\,\Delta x}{\tau_{n,\,n+1}}}$$

$$17)\qquad a''_{n,\,n+1} = \frac{\sum_{F_n}^{F_{n+1}} \Delta\varkappa''_{n,\,n+1}\,(l_{n,\,n+1} - x)}{\varkappa''_{n,\,n+1}} = \frac{\sum_{F_n}^{F_{n+1}} \frac{(l_{n,\,n+1} - x)\,x\,\Delta x}{\tau_{n,\,n+1}}}{\sum_{F_n}^{F_{n+1}} \frac{x\,\Delta x}{\tau_{n,\,n+1}}}$$

$$18)\qquad a'_n = \frac{\sum_{A_n}^{F_n} \Delta\varkappa'_n\,z}{\varkappa'_n} = \frac{\sum_{A_n}^{F_n} \frac{(h_n - z)\,z\,\Delta z}{\tau_n}}{h_n \sum_{A_n}^{F_n} \frac{\Delta z}{\tau_n} - \sum_{A_n}^{F_n} \frac{z\,\Delta z}{\tau_n}}$$

$$19)\quad a_n'' = \frac{\sum\limits_{A_n}^{F_n} \Delta \varkappa_n'' \, (h_n - z)}{\varkappa_n''} = \frac{\sum\limits_{A_n}^{F_n} \frac{(h_n - z)\, z \,\Delta z}{\tau_n}}{\sum\limits_{A_n}^{F_n} \frac{z \,\Delta z}{\tau_n}}$$

Aus diesen Formeln ist zu ersehen, daß die Längen a' und a'' nur von den Dimensionen der Trägteile $F_n F_{n+1}$ und der Pfeiler $A_n F_n$ abhängig sind, im Gegensatz zu den Längen a^0, welche nicht nur von den Dimensionen des Trägers, sondern auch von der Belastung abhängig sind.

Mit Hilfe des bisher Gesagten können wir unsre Aufgabe auf folgende Weise lösen.

Bezeichnen wir die vertikale und horizontale Bewegung des Endquerschnittes II_n (Abb. 2) mit $v_n u_n$, seine Drehung mit φ_n und setzen wir voraus, daß v_n, u_n und φ_n gegeben sind.

Nehmen wir ferner in bezug auf das Vorzeichen von v_n, u_n und φ_n jene Feststellung an, welche in Abb. 2 zu ersehen ist.

Da wir die Wirkung der absoluten und der Scherkräfte vernachlässigen, müssen die vertikalen Bewegungen der Punkte A_{n+1} und F_{n+1} gleich sein, so daß die relative vertikale Bewegung der Punkte A_n und F_{n+1} gleich der relativen vertikalen Bewegung der Punkte A_n, A_{n+1}, das heißt gleich der Differenz $v_{n+1} - v_n$ ist. Die relative vertikale Bewegung der Punkte A_n, F_{n+1} kann aber auch als statisches Moment von Drehungen aufgefaßt werden, sie ist nämlich gleich dem auf die Vertikale des Punktes F_{n+1} bezogenen statischen Momente der Drehungen φ_n, $\varkappa_n'$, $\varkappa_n''$, $\varkappa_n^0$ und der Drehung $\varkappa_{n,n+1}'$, $\varkappa_{n,n+1}''$, $\varkappa_{n,n+1}^0$ (Abb. 4).

Es ergibt sich daher folgende Gleichung:

$$20)\quad (\varphi_n + \varkappa_n' + \varkappa_n'' + \varkappa_n^0)\, l_{n,n+1} + \varkappa_{n,n+1}' \,(l_{n,n+1} - a_{n,n+1}') + \\ + \varkappa_{n,n+1}'' \, a_{n,n+1}'' + \varkappa_{n,n+1}^0 \,(l_{n,n+1} - a_{n,n+1}^0) = v_{n+1} - v_n.$$

Eine zweite Gleichung ergibt sich daraus, daß wir jene horizontale Bewegung δ, welche der Punkt F_n infolge der Formänderung des Pfeilers $A_n F_n$ erleidet, mittels der Drehungen $\varkappa_n'$, $\varkappa_n''$, $\varkappa_n^0$, φ_n und der Bewegung u_n ausdrücken:

$$21)\quad \delta = u_n + \varphi_n h_n + \varkappa_n' a_n' + \varkappa_n'' \,(h_n - a_n'') + \varkappa_n^0 a_n^0.$$

Die obigen Gleichungen enthalten zwei solche Glieder, in welchen die bisher noch nicht bestimmten Längen $a_{n,n+1}^0$ und a_n^0 vorkommen.

Diese Glieder können folgendermaßen ausgedrückt werden:

$$22)\quad \varkappa_{n,n+1}^0 \,(l_{n,n+1} - a_{n,n+1}^0) = \sum_{F_n'}^{F_{n+1}} \Delta \varkappa_{n,n+1}^0 \,(l_{n,n+1} - x) = \\ = \frac{1}{EJ_0} \frac{1}{\cos \alpha_{n,n+1}} \sum_{F_n}^{F_{n+1}} \frac{M_{n,n+1}^0 \,(l_{n,n+1} - x)\, \Delta x}{\tau_{n,n+1}}$$

$$23)\quad \varkappa_n^0 a_n^0 = \sum_{A_n}^{F_n} \Delta \varkappa_n^0 z = \frac{1}{EJ_0} \sum_{A_n}^{F_n} \frac{M_n^0 z \,\Delta z}{\tau_n}$$

Wenn wir nun aus den Gleichungen 20), 21), den Winkel $\varkappa_n''$ eliminieren und in der so gewonnenen Gleichung die Ausdrücke 22), 23) und die oben schon gegebenen Werte der Winkel $\varkappa$ [Gl. 6), 7), 9), 11)] berücksichtigen, wenn wir ferner noch in Betracht ziehen, daß

$$24)\quad M_{n,n+1}' = M_{n-1,n}'' + M_n'$$

ist und mit Hilfe dieser Gleichung auch M_n' eliminieren, so bekommen wir nach entsprechendem Ordnen der Glieder folgende Grundgleichung:

$$B_{n,n+1} \qquad EJ_0 \left[\varphi_n \frac{a_n''}{h_n - a_n''} + \frac{v_{n+1} - v_n}{l_{n,n+1}} + \frac{u_n}{h_n - a_n''}\right] - \frac{1}{l_{n,n+1} \cos \alpha_{n,n+1}} \sum_{F_n'}^{F_{n+1}} \frac{M_{n,n+1}^0 \,(l_{n,n+1} - x)\, \Delta x}{\tau_{n,n+1}} - \sum_{A_n}^{F_n} \frac{M_n^0 \,\Delta z}{\tau_n} + \\ + \frac{1}{h_n - a_n''} \sum_{A_n}^{F_n} \frac{M_n^0 z \,\Delta z}{\tau_n} = - M_{n-1,n}'' f_n' \frac{h_n - (a_n' + a_n'')}{h_n - a_n''} + M_{n,n+1}' \left[f_n' \frac{h_n - (a_n' + a_n'')}{h_n - a_n''} + \frac{l_{n,n+1} - a_{n,n+1}'}{l_{n,n+1}} f_{n,n+1}'\right] + \\ + M_{n,n+1}'' \frac{a_{n,n+1}'' f_{n,n+1}''}{l_{n,n+1}} + EJ_0 \frac{\delta}{h_n - a_n''}.$$

Auf gleichem Wege ist es möglich, noch eine zweite Grundgleichung aufzustellen. Die relative vertikale Bewegung der Punkte A_n und F_{n-1} $(= v_{n-1} - v_n)$ (Abb. 4) ist gleich dem, auf die Vertikale des Punktes F_{n-1} bezogenen statischen Momente der Drehungen φ_n, $\varkappa_n'$, $\varkappa_n''$, $\varkappa_n^0$ und $\varkappa_{n-1,n}'$, $\varkappa_{n-1,n}''$, $\varkappa_{n-1,n}^0$.

Es entsteht also die folgende Gleichung:

$$25)\quad - (\varphi_n + \varkappa_n' + \varkappa_n'' + \varkappa_n^0)\, l_{n-1,n} + \varkappa_{n-1,n}' \, a_{n-1,n}' + \\ + \varkappa_{n-1,n}'' \,(l_{n-1,n} - a_{n-1,n}'') + \varkappa_{n-1,n}^0 \, a_{n-1,n}^0 = \\ = v_{n-1} - v_n.$$

Die Drehungen $\varkappa_n$ müssen deshalb negativ genommen werden, weil die ihnen entsprechenden Momente M_n als von unten aus, dagegen aber die Momente $M_{n-1,n}$, welche den Drehungen $\varkappa_{n-1,n}$ entsprechen, als von der entgegengesetzten Seite wirkend vorausgesetzt wurden.

Die Drehung φ_n aber muß deswegen negativ genommen werden, weil laut der in Abb. 2 ersichtlichen Feststellung des Vorzeichens von φ_n, einer positiven φ_n-Drehung eine negative vertikale Bewegung des Punktes F_{n-1} entspricht.

Wenn wir aus den Gleichungen 25) und 21) den Winkel $\varkappa_n''$ eliminieren und in die so gewonnene Gleichung den oben schon angegebenen Ausdruck des Wertes $\varkappa_n^0 a_n^0$ [Gl. 23)] und des Wertes

$$26)\quad \varkappa_{n-1,n}^0 \, a_{n-1,n}^0 = \frac{1}{EJ_0 \cos \alpha_{n-1,n}} \sum_{F_{n-1}'}^{F_n} \frac{M_{n-1,n}^0 \, x \,\Delta x}{\tau_{n-1,n}}$$

ferner die Ausdrücke sämtlicher übrigen Winkel $\varkappa$ [Gl. 6), 7), 9), 11)] einsetzen, schließlich, wenn wir noch das Moment M_n mit Hilfe der Gl. 24) eliminieren, so bekommen wir nach entsprechendem Ordnen der Glieder die folgende Grundgleichung:

$$B_{n,n-1} \qquad EJ_0 \left[- \varphi_n \frac{a_n''}{h_n - a_n''} - \frac{v_n - v_{n-1}}{l_{n-1,n}} - \frac{u_n}{h_n - a_n''}\right] - \frac{1}{l_{n-1,n} \cos \alpha_{n-1,n}} \sum_{F_{n-1}'}^{F_n} \frac{M_{n-1,n}^0 \, x \,\Delta x}{\tau_{n-1,n}} + \sum_{A_n}^{F_n} \frac{M_n^0 \,\Delta z}{\tau_n} - \\ - \frac{1}{h_n - a_n''} \sum_{A_n}^{F_n} \frac{M_n^0 z \,\Delta z}{\tau_n} = M_{n-1,n}' \frac{a_{n-1,n}' f_{n-1,n}'}{l_{n-1,n}} + M_{n-1,n}'' \left[f_n' \frac{h_n - (a_n' + a_n'')}{h_n - a_n''} + \frac{l_{n-1,n} - a_{n-1,n}''}{l_{n-1,n}} f_{n-1,n}''\right] - \\ - M_{n,n+1}' f_n' \frac{h_n - (a_n' + a_n'')}{h_n - a_n''} - EJ_0 \frac{\delta}{h_n - a_n''}$$

Die Zahl der in den Gleichungen $B_{n,\,n+1}$ und $B_{n,\,n-1}$ vorkommenden unbekannten Momente $M'_{n-1,\,n}$, $M''_{n-1,\,n}$ resp. $M'_{n,\,n+1}$, $M''_{n,\,n+1}$ ist gleich $2\ (r - 1)$, wenn r die Zahl der Unterstützungen bedeutet. Außer diesen unbekannten Momenten kommt in den Gleichungen $B_{n,\,n+1}$ und $B_{n,\,n-1}$ nur noch eine einzige Unbekannte vor, und zwar die horizontale Bewegung δ; so daß die Gesamtzahl der Unbekannten $2r - 1$, während die Zahl der Gleichungen nur $2\ (r - 1)$ ist.

Zur Bestimmung sämtlicher Unbekannten bedürfen wir also noch einer weitern Gleichung, zu welcher wir aus dem Gleichgewichte der auf den kontinuierlichen Träger wirkenden äußern Kräfte gelangen.

Die Summe der horizontalen Reaktionskomponenten H''_n und die Summe der Kräfte G_h, P_h (Abb. 1) müssen insgesamt gleich Null sein.

$$\sum_{n=1}^{n=r} H''_n + \sum_{n=1}^{n=r-1} \sum_{F_n}^{F_{n+1}} G_h + \sum_{n=1}^{n=r} \sum_{A_n}^{F_n} P_h = 0.$$

Wenn wir anstatt H''_n seinen Wert aus der Gl. 4) einsetzen, dann ergibt sich:

$$C \ldots \sum_{n=1}^{n=r} \frac{M''_n - M'_n}{h_n} = - \sum_{n=1}^{n=r} \mathfrak{H}''_n - \sum_{n=1}^{n=r-1} \sum_{F_n}^{F_{n+1}} G_h - \sum_{n=1}^{n=r} \sum_{A_n}^{F_n} P_h$$

Die Momente M''_n und M'_n sind nicht als Unbekannte zu betrachten, denn M'_n ist gleich der Differenz der Momente $M'_{n,\,n+1}$ und $M''_{n-1,\,n}$ [Gl. 24)] und für M''_n bekommen wir aus Gl. 21), wenn wir in diese den Ausdruck des Wertes $\varkappa^0_n\ a^0_n$ [Gl. 23)] und die Ausdrücke der Winkel $\varkappa'_n$, $\varkappa''_n$ [Gl. 9, 10)] einsetzen, die folgende Gleichung:

$$27)\quad M''_n = \frac{EJ_0\,\delta}{f''_n\,(h_n - a''_n)} - EJ_0\,\frac{\varphi_n h_n + u_n}{f''_n\,(h_n - a''_n)} - \frac{\sum\limits_{A_n}^{F_n} \frac{M^0_n z \Delta z}{\tau_n}}{f''_n\,(h_n - a''_n)} - M'_n\,\frac{f'_n\,a'_n}{f''_n\,(h_n - a''_n)}$$

Die Bestimmung sämtlicher unbekannten Momente geschieht nun auf folgende Weise.

Mit Hilfe der Gleichungen $B_{n,\,n+1}$ und $B_{n,\,n-1}$ müssen wir zuerst sämtliche Momente $M'_{n,\,n+1}$ und $M''_{n,\,n+1}$ resp. $M'_{n-1,\,n}$ und $M''_{n-1,\,n}$ als Funktionen der Unbekannten δ ausdrücken.

Mit Benutzung der genannten Werte M und mit Hilfe der Gl. 24) und 27) müssen wir dann auch die Momente M'_n und M''_n als Funktionen der Unbekannten δ ausdrücken.

Wenn wir diese Werte der M'_n und M''_n in die Gleichung C einsetzen, so bekommen wir eine solche Gleichung, in welcher nur eine einzige Unbekannte, δ, vorkommt, so daß diese Unbekannte bestimmt werden kann.

Durch δ sind aber auch sämtliche Momente M' und M'' gegeben, da dieselben vorher schon als Funktionen von δ ausgedrückt worden sind.

In manchen Fällen ist die horizontale Bewegung δ von vornherein bekannt, zum Beispiel es ist δ gleich Null oder so klein, daß sie als Null betrachtet werden kann.

In solchen Fällen ist die Gleichung C überflüssig, denn falls $\delta = 0$ ist, lassen sich die Momente $M'_{n,\,n+1}$ und $M''_{n,\,n+1}$ aus den Gleichungen $B_{n,\,n+1}$ und $B_{n,\,n-1}$ vollständig bestimmen.

Wir machen aber darauf aufmerksam, daß die vereinfachende Annahme $\delta = 0$ in sehr vielen Fällen zu ganz falschen Resultaten führen kann und deswegen dürfen wir die Annahme $\delta = 0$ nur in solchen Fällen anwenden, wenn wir uns von der Zulässigkeit dieser Annahme vorher schon überzeugt haben.

Wenn die Querschnitte der einzelnen Trägerteile und Pfeiler konstant sind, vereinfachen sich die Gleichungen $B_{n,\,n+1}$, $B_{n\ n-1}$ und 27).

In diesem Falle ist τ_n und $\tau_{n\ n+1}$ konstant, so daß jene Σ-en, welche in den Ausdrücken der Längen a', a'' und f', f'' vorkommen (Gl. 16—19 und 12—15) einfache Integrale werden, und es ergibt sich:

$$28)\quad a'_{n,\,n+1} = a''_{n,\,n+1} = \frac{l_{n,\,n+1}}{3}$$

$$29)\quad a'_n = a''_n = \frac{h_n}{3}$$

$$30)\quad f'_{n,\,n+1} = f''_{n,\,n+1} = \frac{l_{n,\,n+1}}{2\,\tau_{n,\,n+1}\cos\alpha_{n,\,n+1}}$$

$$31)\quad f'_n = f''_n = \frac{h_n}{2\,\tau_n}$$

Wenn wir der Einfachheit wegen die Bezeichnungen

$$32)\quad \frac{l_{n,\,n+1}}{\tau_{n\ n+1}\cos\alpha_{n,\,n+1}} = l^0_{n,\,n+1}$$

$$33)\quad \frac{h_n}{\tau_n} = h^0_n$$

einführen, dann wird:

$$34)\quad f'_{n,\,n+1} = f''_{n,\,n+1} = \frac{l^0_{n,\,n+1}}{2}$$

$$35)\quad f'_n = f''_n = \frac{h^0_n}{2}$$

Nach Einführung der Werte a', a'' und f', f'' in die Gleichungen $B_{n\ n+1}$, $B_{n,\,n-1}$ und 27), bekommen wir folgende vereinfachte Gleichungen:

$$B_{n,\,n+1}\qquad EJ_0\left[0\cdot5\,\varphi_n + \frac{v_{n+1} - v_n}{l_{n,\,n+1}} + \frac{1\cdot5\,u_n}{h_n}\right] - \frac{1}{\tau_{n,\,n+1}\,l_{n,\,n+1}\cos\alpha_{n,\,n+1}} \int\limits_{x=0}^{x=l_{n,\,n+1}} M^0_{n,\,n+1}\,(l_{n,\,n+1} - x)\,dx -$$
$$- \frac{1}{\tau_n}\int\limits_{z=0}^{z=h_n} M^0_n\,dz + \frac{1\cdot5}{h_n\,\tau_n}\int\limits_{z=0}^{z=h_n} M^0_n\,z\,dz = - M''_{n-1,\,n}\,\frac{h^0_n}{4} + M'_{n,\,n+1}\left[\frac{h^0_n}{4} + \frac{l^0_{n,\,n+1}}{3}\right] + M''_{n,\,n+1}\,\frac{l^0_{n,\,n+1}}{6} + \frac{1\cdot5\,EJ_0\,\delta}{h_n}$$

$$B_{n,\,n-1}\qquad EJ_0\left[-\,0\cdot5\,\varphi_n - \frac{v_n - v_{n-1}}{l_{n-1,\,n}} - \frac{1\cdot5\,u_n}{h_n}\right] - \frac{1}{\tau_{n-1,\,n}\,l_{n-1,\,n}\cos\alpha_{n-1,\,n}} \int\limits_{x=0}^{x=l_{n-1,\,n}} M^0_{n-1,\,n}\,x\,dx + \frac{1}{\tau_n}\int\limits_{z=0}^{z=h_n} M^0_n\,dz -$$
$$- \frac{1\cdot5}{h_n\,\tau_n}\int\limits_{z=0}^{z=h_n} M^0_n\,z\,dz = M'_{n-1,\,n}\,\frac{l^0_{n-1,\,n}}{6} + M''_{n-1,\,n}\left[\frac{h^0_n}{4} + \frac{l^0_{n-1,\,n}}{3}\right] - M'_{n,\,n+1}\,\frac{h^0_n}{4} - \frac{1\cdot5\,EJ_0\,\delta}{h_n}$$

$$27)\qquad M''_n = \frac{3\,EJ_0\,\delta}{h_n\,h^0_n} - 3\,EJ_0\,\frac{\varphi_n h_n + u_n}{h_n\,h^0_n} - \frac{3\int\limits_{z=0}^{z=h_n} M^0_n\,z\,dz}{h^2_n} - \frac{M'_n}{2}$$

Die Werte der in diesen vereinfachten Gleichungen vorkommenden Integralen sind für einzelne Belastungsarten in der Tabelle I zusammengestellt.

Spezialfälle.

a) Die Pfeilerhöhe h_1 ist $= 0$ (Abb. 5) und die Komponenten der Bewegung des Punktes F_1 sind gegeben v_1, u_1, φ_1.

Die Unterschiede, welche diesem Spezialfalle entsprechen, sind folgende:

Es ändert sich die Form der Gleichung $B_{n, n+1}$ für den Fall $n = 1$.

Wegen $h_1 = 0$ sind nämlich auch $x'_1 = x''_1 = x^0_1 = 0$ und die Gl. 20) wird für den Fall $n = 1$:

$$\varphi_1 l_{1,2} + x'_{1,2} (l_{1,2} - a'_{1,2}) + x''_{1,2} a''_{1,2} + x^0_{1,2} (l_{1,2} - a^0_{1,2}) = v_2 - v_1$$

Wenn wir in diese Gleichung die Ausdrücke der Werte $x^0_{1,2}$ $(l_{1,2} - a^0_{1,2})$ und der Winkel $x'_{1,2}$, $x''_{1,2}$ [Gl. 22) und 6), 7) für $n = 1$] einführen, so bekommen wir für die Gl. $B_{n, n+1}$ im Falle $n = 1$ die folgende Form.

$$B_{n, n+1} \text{ Fall } n = 1 \qquad EJ_0 \left[-\varphi_1 + \frac{v_2 - v_1}{l_{1,2}} \right] - \frac{1}{l_{1,2} \cos \alpha_{1,2}} \sum_{F_1}^{F_2} \frac{M^0_{1,2} (l_{1,2} - x) \Delta x}{\tau_{1,2}} =$$

$$= M'_{1,2} f'_{1,2} \frac{l_{1,2} - a'_{1,2}}{l_{1,2}} + M''_{1,2} f''_{1,2} \frac{a''_{1,2}}{l_{1,2}}$$

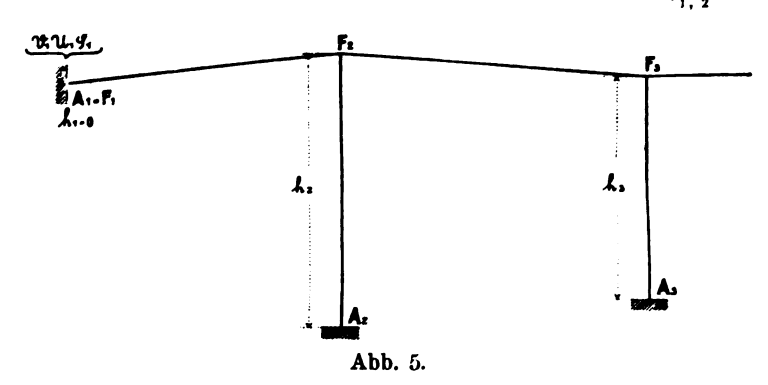


Abb. 5.

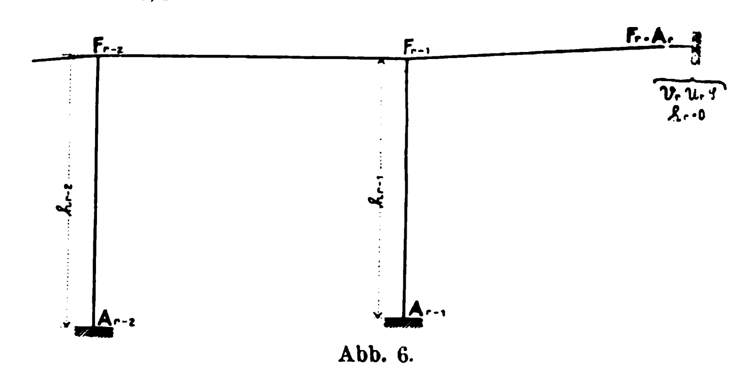


Abb. 6.

Die Gl. 27), welche aus der Gl. 21) abgeleitet wurde, ist für $n = 1$ nicht gültig, denn aus Gl. 21) ergibt sich nur $\delta = u_1$. In diesem Falle ist Gleichung C ganz überflüssig, da δ ohnehin schon bekannt ist.

Wenn der Trägerteil $F_1 F_2$ von konstantem Querschnitte ist, dann wird die obige Gleichung einfacher und zwar:

$$B_{n, n+1} \text{ Fall } n = 1 \qquad EJ_0 \left[-\varphi_1 + \frac{v_2 - v_1}{l_{1,2}} \right] - \frac{1}{\tau_{1,2} l_{1,2} \cos \alpha_{1,2}} \int_{x=0}^{x=l_{1,2}} M^0_{1,2} (l_{1,2} - x) \, dx = M'_{1,2} \frac{l^0_{1,2}}{3} + M''_{1,2} \frac{l^0_{1,2}}{6}$$

b) Die Pfeilerhöhe h_r ist $= 0$ (Abb. 6) und die Komponenten der Bewegung des Punktes F_r sind gegeben: φ_r, v_r, u_r.

Die Unterschiede, welche diesem Spezialfalle entsprechen, sind folgende:

Es ändert sich die Form der Gl. $B_{n, n-1}$ für den Fall $n = r$.

Wegen $h_r = 0$ sind nämlich auch $x'_r = x''_r = x^0_r = 0$, und die Gl. 25) wird für den Fall $n = r$:

$$-\varphi_r l_{r-1,r} + x'_{r-1,r} a'_{r-1,r} + x''_{r-1,r} (l_{r-1,r} - a''_{r-1,r}) + x^0_{r-1,r} a^0_{r-1,r} = v_{r-1} - v_r.$$

Wenn wir in diese Gleichung die Ausdrücke der Werte $x^0_{r-1,r}$ $a^0_{r-1,r}$ [Gl. 26), $n = r$] und der Winkel $x'_{r-1,r}$, $x''_{r-1,r}$ [Gl. 6), 7), $n = r - 1$] einführen, so bekommen wir für die Gl. $B_{n, n-1}$ im Falle $n = r$ die folgende Form:

$$B_{n, n-1} \text{ Fall } n = r \qquad EJ_0 \left[\varphi_r - \frac{v_r - v_{r-1}}{l_{r-1,r}} \right] - \frac{1}{l_{r-1,r} \cos \alpha_{r-1,r}} \sum_{F_{r-1}}^{F_r} \frac{M^0_{r-1,r} \, x \, \Delta x}{\tau_{r-1,r}} =$$

$$= M'_{r-1,r} f'_{r-1,r} \frac{a'_{r-1,r}}{l_{r-1,r}} + M''_{r-1,r} f''_{r-1,r} \frac{l_{r-1,r} - a''_{r-1,r}}{l_{r-1,r}}$$

Die Gl. 27), welche aus der Gl. 21) abgeleitet wurde, ist für $n = r$ nicht gültig, denn aus Gl. 21) ergibt sich nur $\delta = u_r$.

In diesem Falle ist die Gl. C ganz überflüssig, da δ ohnehin schon bekannt ist.

Wenn der Trägerteil $F_{r-1} F_r$ von konstantem Querschnitte ist, dann wird die obige Gleichung einfacher, und zwar:

$$B_{n, n-1} \text{ Fall } n = r \qquad EJ_0 \left[\varphi_r - \frac{v_r - v_{r-1}}{l_{r-1,r}} \right] - \frac{1}{\tau_{r-1,r} l_{r-1,r} \cos \alpha_{r-1,r}} \int_{x=0}^{x=l_{r-1,r}} M^0_{r-1,r} \, x \, dx = M'_{r-1,r} \frac{l^0_{r-1,r}}{6} + M''_{r-1,r} \frac{l^0_{r-1,r}}{3}$$

c) Die Pfeilerhöhen h_1 und h_r sind gleichzeitig $= 0$ und die Komponenten der Bewegungen der Punkte F_1 und F_r sind gegeben v_1 u_1 φ_1 und v_r, u_r, φ_r.

Die Unterschiede, welche diesem Spezialfalle entsprechen, wurden oben unter **a** und **b** schon angeführt, wir erwähnen nur noch, daß in diesem Falle $\delta = u_1 = u_r$ sein muß.

d) Der Pfeiler $A_n F_n$ ist an seinem untern Ende mit einem Gelenk versehen (Abb. 7).

Die Komponente φ_n der Bewegung des Punktes A_n kann $= 0$ angenommen werden, denn die Drehung der Stütze A_n übt gar keinen Einfluß auf das Kräftespiel des untersuchten Trägers.

Dem Gelenke entsprechend wird $M''_n = 0$ und zugleich $x''_n = 0$ [Gl. 10)], an Stelle der Drehung x''_n kommt aber eine andre Drehung $\bar{x}''_n$ vor, welche um das Gelenk unter dem Einflusse der innern Kräfte entsteht. Dieser Drehung $\bar{x}''_n$ entsprechend ist $a''_n = 0$.

Aus dem vorher Gesagten folgt, daß die Gl. 20), 21), 25), welche zur Ableitung der Grundgleichungen $B_{n,n+1}$ und $B_{n,n-1}$ dienten, auch in diesem Falle gültig sind, mit dem Unterschiede, daß jetzt $x''_n = \bar{x}''_n$ und $a''_n = \varphi_n = 0$ ist. Demgemäß sind die Grundgleichungen $B_{n,n+1}$ und $B_{n,n-1}$ auch in diesem Falle gültig, und zwar mit jenem einzigen Unterschiede, daß anstatt φ_n und a''_n überall Null gesetzt werden muß.

Wenn die Querschnitte der Trägerteile $F_n F_{n+1}$, $F_{n-1} F_n$ und des Pfeilers $A_n F_n$ konstant sind, dann vereinfachen sich die Gl. $B_{n,n+1}$ und $B_{n,n-1}$ wie folgt:

$$B_{n,n+1} \qquad EJ_0\left[\frac{v_{n+1}-v_n}{l_{n,n+1}}+\frac{u_n}{h_n}\right]-\frac{1}{\tau_{n,n+1}\,l_{n,n+1}\cos\alpha_{n,n+1}}\int_{x=0}^{x=l_{n,n+1}} M^0_{n,n+1}(l_{n,n+1}-x)\,dx-\frac{1}{\tau_n}\int_{z=0}^{z=h_n} M^0_n\,dz+\frac{1}{\tau_n h_n}\int_{z=0}^{z=h_n} M^0_n\,z\,dz=$$

$$=-M''_{n-1,n}\frac{h^0_n}{3}+M'_{n,n+1}\frac{h^0_n+l^0_{n,n+1}}{3}+M''_{n,n+1}\frac{l^0_{n,n+1}}{6}+\frac{EJ_0\,\delta}{h_n}$$

$$B_{n,n-1} \qquad EJ_0\left[-\frac{v_n-v_{n-1}}{l_{n-1,n}}-\frac{u_n}{h_n}\right]-\frac{1}{\tau_{n-1,n}\,l_{n-1,n}\cos\alpha_{n-1,n}}\int_{x=0}^{x=l_{n-1,n}} M^0_{n-1,n}\,x\,dx+\frac{1}{\tau_n}\int_{x=0}^{x=h_n} M^0_n\,dz-\frac{1}{\tau_n h_n}\int_{x=0}^{x=h_n} M^0_n\,z\,dz=$$

$$=M'_{n-1,n}\frac{l^0_{n-1,n}}{6}+M''_{n-1,n}\frac{h^0_n+l^0_{n-1,n}}{3}-M'_{n,n+1}\frac{h^0_n}{3}-\frac{EJ_0\,\delta}{h_n}$$

Die Gl. 27) ist in diesem Falle überflüssig, da der Wert von $M''_n = 0$ bekannt ist.

Jener Umstand, daß im Pfeiler $A_n F_n$ ein Gelenk angeordnet ist, macht die Gleichung C nicht überflüssig, da der Wert von δ durch das Gelenk nicht bestimmt wird.

e) Der Pfeiler $A_n F_n$ ist an seinem obern Ende mit einem Gelenk versehen. (Abb. 8.)

In diesem Falle wird $M'_n = 0$ und $x'_n = 0$, ferner $M'_{n,n+1} = M''_{n-1,n} = M_n$, wenn wir die gleichen Werte der $M'_{n,n+1}$ und $M''_{n-1,n}$ der Einfachheit wegen mit M_n bezeichnen.

An Stelle der Drehung $x'_n = 0$ kommt eine andre Drehung $\bar{x}'_n$ vor, welche um das Gelenk unter dem Einfluße der innern Kräfte entsteht und welcher die Entfernung $a'_n = 0$ entspricht.

Die Gl. 20), 21), 25) sind auch in diesem Falle gültig, nur muß $x'_n = \bar{x}'_n$ und $a'_n = 0$ gesetzt werden.

Wenn wir aus den Gl. 20), 25) den Ausdruck $(\varphi_n + \bar{x}'_n + x''_n + x^0_n)$ eliminieren und in die so gewonnene Gleichung die entsprechenden Werte der x [Gl. 6), 7), 22), 26)] einführen, so wie wir dies auch bei

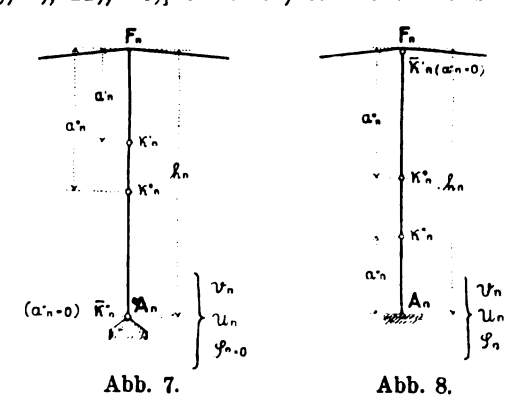


Abb. 7. Abb. 8.

der Abteilung der Grundgleichungen $B_{n,n+1}$ und $B_{n,n-1}$ getan haben, dann bekommen wir die folgende Grundgleichung:

$$B_n \qquad EJ_0\left[\frac{v_{n+1}-v_n}{l_{n,n+1}}+\frac{v_{n-1}-v_n}{l_{n-1,n}}\right]-\frac{1}{l_{n-1,n}\cos\alpha_{n-1,n}}\sum_{F_{n-1}}^{F_n}\frac{M^0_{n-1,n}\,x\,\Delta x}{\tau_{n-1,n}}-$$

$$-\frac{1}{l_{n,n+1}\cos\alpha_{n,n+1}}\sum_{F_n}^{F_{n+1}}\frac{M^0_{n,n+1}(l_{n,n+1}-x)\,\Delta x}{\tau_{n,n+1}}=M'_{n-1,n}\frac{f'_{n-1,n}\,a'_{n-1,n}}{l_{n-1,n}}+$$

$$+M_n\left[f''_{n-1,n}\frac{l_{n-1,n}-a''_{n-1,n}}{l_{n-1,n}}+f'_{n,n+1}\frac{l_{n,n+1}-a'_{n,n+1}}{l_{n,n+1}}\right]+M''_{n,n+1}\,f''_{n,n+1}\frac{a''_{n,n+1}}{l_{n,n+1}}$$

Anstatt der Gl. $B_{n,n+1}$ und $B_{n,n-1}$ müssen wir also die einzige Gl. B_n benutzen, so daß die Gesamtzahl der Gleichungen B dem Gelenke entsprechend um eins sich verringert.

Wenn die Querschnitte der Trägerteile $F_{n-1} F_n$ und $F_n F_{n+1}$ konstant sind, dann vereinfacht sich die Gl. B_n wie folgt:

$$B_n \qquad EJ_0\left[\frac{v_{n+1}-v_n}{l_{n,n+1}}+\frac{v_{n-1}-v_n}{l_{n-1,n}}\right]-\frac{1}{\tau_{n-1,n}\,l_{n-1,n}\cos\alpha_{n-1,n}}\int_{x=0}^{x=l_{n-1,n}} M^0_{n-1,n}\,x\,dx-$$

$$-\frac{1}{\tau_{n,n+1}\,l_{n,n+1}\cos\alpha_{n,n+1}}\int_{x=0}^{x=l_{n,n+1}} M^0_{n,n+1}(l_{n,n+1}-x)\,dx=M'_{n-1,n}\frac{l^0_{n-1,n}}{6}+$$

$$+M_n\frac{l^0_{n-1,n}+l^0_{n,n+1}}{3}+M''_{n,n+1}\frac{l^0_{n,n+1}}{6}.$$

Die Gl. 27) ist auch für diesen Fall gültig, nur muß berücksichtigt werden, daß $M'_n = 0$ ist.

Jener Umstand, daß im Pfeiler $A_n F_n$ ein Gelenk angeordnet ist, macht die Gleichung C nicht überflüssig, da der Wert von δ durch das Gelenk nicht bestimmt wird.

f) Der Pfeiler $A_n F_n$ ist an seinen beiden Enden mit Gelenken versehen (Abb. 9).

In diesem Falle ist $M_n' = M_n'' = 0$, $\varkappa_n' = \varkappa_n'' = 0$ und $M'_{n,n+1} = M''_{n-1,n} = M_n$, wenn wir die gleichen Werte der $M'_{n,n+1}$ und $M''_{n-1,n}$ der Einfachheit wegen mit M_n bezeichnen.

Es ist ferner, wie dies schon oben unter **d** gesagt wurde, $\varphi_n = 0$ zu nehmen.

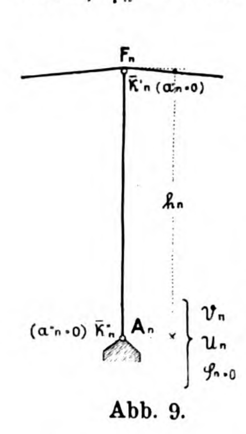


Abb. 9.

An Stelle der Drehungen $\varkappa_n' = 0$ und $\varkappa_n'' = 0$ kommen zwei andre Drehungen $\bar{\varkappa}_n'$, $\bar{\varkappa}_n''$ vor, welche um die Gelenke unter dem Einflusse der innern Kräfte entstehen.

Für diese Drehungen sind
$$a_n' = a_n'' = 0.$$

Dem oben unter Abschnitt **e** eingeschlagenen Wege kann auch in diesem Falle gefolgt werden, so daß die oben unter **e** angegebene Gleichung B_n auch in diesem Falle gültig ist.

Jener Umstand, daß in dem Pfeiler $A_n F_n$ zwei Gelenke angeordnet sind, macht die Gleichung C nicht überflüssig, da der Wert von δ durch die Gelenke nicht bestimmt wird.

Die Gl. 27) ist in diesem Falle überflüssig, da der Wert von M_n'' von vornherein bekannt, und zwar $M_n'' = 0$ ist.

Zur Ergänzung der oben und unter Punkt **e** Gesagten erwähnen wir noch, daß die Gl. B_n auch dann

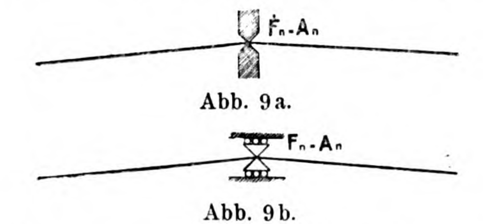


Abb. 9a.

Abb. 9b.

anzuwenden ist, wenn die Höhe des mit obern Gelenk versehenen Pfeilers $h_n = 0$ ist (Abb. 9a und 9b).

Eine Ausnahme bildet nur der Fall $n = 1$ (Abb. 9c 9d), weil dann $M'_{1,2}$ bekannt, und zwar: $M'_{1,2} = 0$ ist, so daß wir für $n = 1$ gar keiner Gl. B_n bedürfen.

Im Falle $h_n = 0$ ist die Gl. C überflüssig, wenn der Punkt F_n in der horizontalen Richtung sich nicht bewegen kann (Abb. 9a, 9c), in diesem Falle ist nämlich δ bekannt, und zwar $\delta = 0$.

Wir nehmen an, daß die Punkte A sich nicht bewegen, daß also $v = u = \varphi = 0$ ist.

Wir nehmen ferner an, daß die Querschnitte der einzelnen Trägerteile und Pfeiler konstant sind.

Die Verhältniszahlen $\tau = \dfrac{J}{J_0}$ sind in der Abb. 10 angegeben.

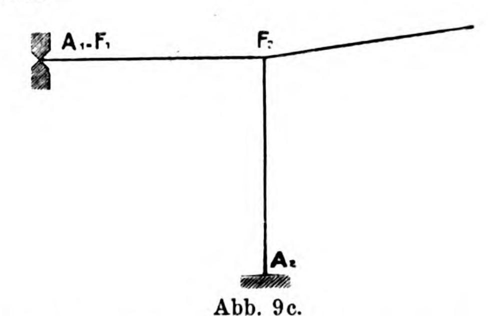


Abb. 9c.

Es wurde vorausgesetzt, daß der Wert von J_0, welchen wir willkürlich annehmen dürfen, $J_0 = 400$ cm² m² ist und daß $E = 140$ t/cm², also $EJ_0 = 56\,000$ tm² ist.

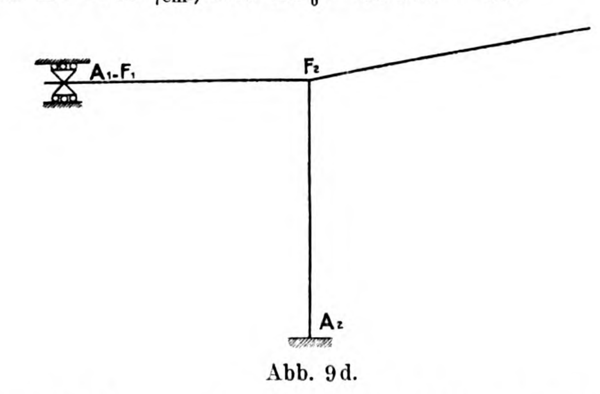


Abb. 9d.

Zur Lösung unsrer Aufgabe müssen wir die für konstanten Querschnitt maßgebenden unten angegebenen sechs Gleichungen benutzen, und zwar:

$B_{n,n+1}$ für $n = 1$
$B_{n,n-1}$ „ $n = 2$
$B_{n,n+1}$ „ $n = 2$
$B_{n,n-1}$ „ $n = 3$
$B_{n,n+1}$ „ $n = 3$
$B_{n,n-1}$ „ $n = 4$

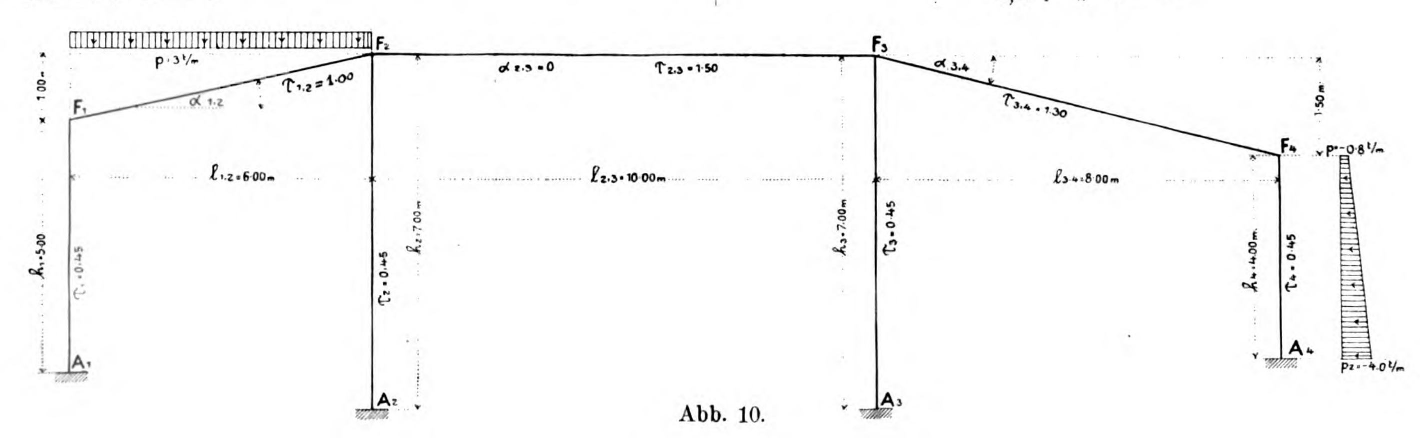


Abb. 10.

Beispiele.

I.

Es sei unsre Aufgabe, jene unbekannten Momente M', M'' zu bestimmen, welche in dem auf der Abb. 10 geschilderten Träger unter der ebendort angegebenen Belastung auftreten.

Sämtliche in diesen Gleichungen vorkommenden Längen und Kräfte werden in m und t eingeführt, so daß sämtliche Momente M sich in tm ergeben werden.

Die Längen l^0 und h^0 ergeben sich [Gl. 32 und 33)]

$l^0_{1,2} = 6{,}08276$ m $h^0_1 = 11{,}11111$ m
$l^0_{2,3} = 6{,}66666$ m $h^0_2 = h^0_3 = 15{,}55555$ m
$l^0_{3,4} = 6{,}26108$ m $h^0_4 = 8{,}88888$ m.

Von den Integralen, welche in den Gl. $B_{n,n+1}$, $B_{n,n-1}$ vorkommen, haben nur jene einen von Null verschiedenen Wert, welche sich auf den belasteten Trägerteil $F_1 F_2$ und auf den belasteten Pfeiler $A_4 F_4$ beziehen.

Diese letzterwähnten Integrale haben in unserm Falle folgende Werte (Tabelle I):

$$\int_{x=0}^{x=l_{1,2}} M^0_{1,2}\, x\, dx = \int_{x=0}^{x=l_{1,2}} M^0_{1,2}(l_{1,2}-x)\, dx = \frac{p l^4_{1,2}}{24} = 162{,}0^{\text{tm}^3}.$$

$$\int_{z=0}^{z=h_4} M^0_4\, dz = \frac{(p_1+p_2)\, h^3_4}{24} = -\ 12{,}8^{\text{tm}^3}.$$

$$\int_{z=0}^{z=h_4} M^0_4\, z\, dz = \left(\frac{7}{15} p_1 + \frac{8}{15} p_2\right) \frac{h^4_4}{24} = -\ 26{,}73777^{\text{tm}^3}.$$

Wenn wir die Werte dieser Integrale und die Werte der andern Bekannten h^0, l^0 usw. in die Gleichungen $B_{n,n+1}$ und $B_{n,n-1}$ einsetzen, so bekommen wir folgende Gleichungen:

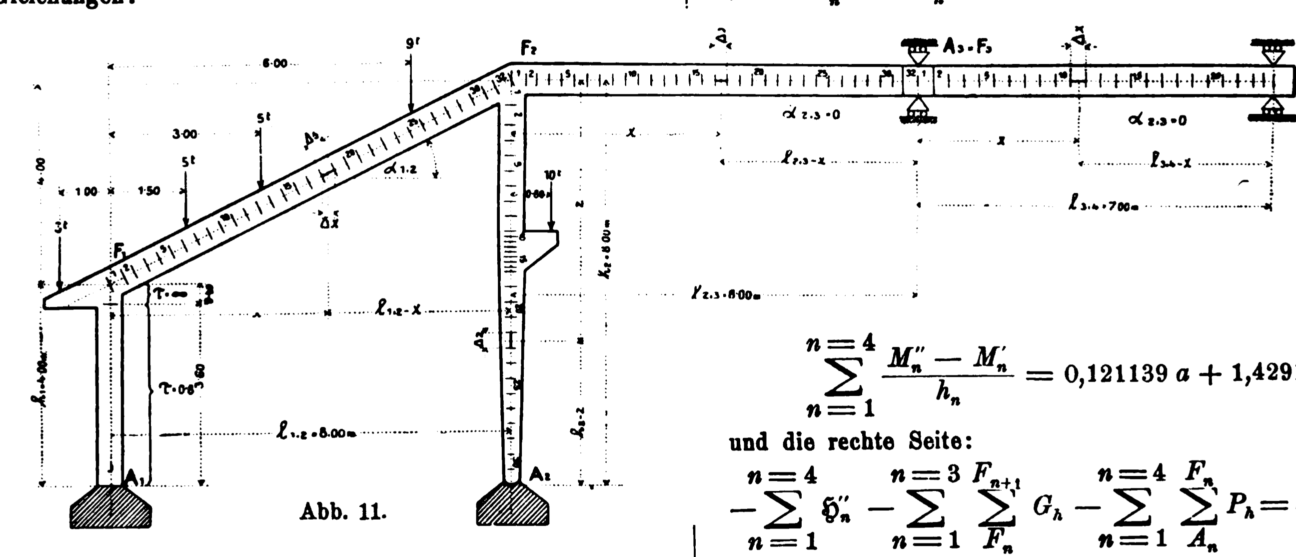


Abb. 11.

$$B_{n,n+1} = B_{1,2}\ (n=1):\ -\ 27{,}37243 = 4{,}80536\, M'_{1,2} + 1{,}01379\, M''_{1,2} + 0{,}3\, EJ_0\, \delta,$$

$$B_{n,n-1} = B_{2,1}\ (n=2):\ -\ 27{,}37243 = 1{,}01379\, M'_{1,2} + 5{,}91647\, M''_{1,2} - 3{,}88888\, M'_{2,3} - 0{,}214286\, EJ_0\, \delta,$$

$$B_{n,n+1} = B_{2,3}\ (n=2):\ 0 = 3{,}88888\, M''_{1,2} + 6{,}11111\, M'_{2,3} + 1{,}11111\, M''_{2,3} + 0{,}214286\, EJ_0\, \delta,$$

$$B_{n,n-1} = B_{3,2}\ (n=3):\ 0 = 1{,}11111\, M'_{2,3} + 6{,}11111\, M''_{2,3} - 3{,}88888\, M'_{3,4} - 0{,}214286\, EJ_0\, \delta,$$

$$B_{n,n+1} = B_{3,4}\ (n=3):\ 0 = 3{,}88888\, M''_{2,3} + 5{,}97592\, M'_{3,4} + 1{,}04351\, M''_{3,4} + 0{,}214286\, EJ_0\, \delta,$$

$$B_{n,n-1} = B_{4,3}\ (n=4):\ -\ 6{,}16296 = 1{,}04351\, M'_{3,4} + 4{,}30925\, M''_{3,4} - 0{,}375\, EJ_0\, \delta.$$

Aus diesen Gleichungen bekommen wir für die Momente M', M'' folgende Ausdrücke:

$$M'_{1,2} = -\ 0{,}07143\, a - 4{,}19927$$
$$M''_{1,2} = 0{,}04268\, a - 7{,}09555$$
$$M'_{2,3} = -\ 0{,}00880\, a - 4{,}8511$$
$$M''_{2,3} = 0{,}00489\, a + 1{,}8465$$
$$M'_{3,4} = -\ 0{,}04993\, a + 1{,}5155$$
$$M''_{3,4} = 0{,}09911\, a - 1{,}7971$$

in welchen Ausdrücken $a = EJ_0\,\delta$ ist.

Auch die Momente M'_n und M''_n lassen sich als Funktionen von „a" ausdrücken, und zwar die Momente M'_n mit Hilfe der Gl. 24), die Momente M''_n mit Hilfe der Gl. 27). Wir bekommen:

$$M'_1 = -\ 0{,}07143\, a - 4{,}19927$$
$$M'_2 = -\ 0{,}05147\, a + 2{,}24445$$
$$M'_3 = -\ 0{,}05482\, a - 0{,}3310$$
$$M'_4 = -\ 0{,}09911\, a + 1{,}7971$$
$$M''_1 = 0{,}08972\, a + 2{,}09964$$
$$M''_2 = 0{,}05329\, a - 1{,}12222$$
$$M''_3 = 0{,}05496\, a + 0{,}1655$$
$$M''_4 = 0{,}13393\, a + 4{,}11478$$

Die einzige Unbekannte „a" läßt sich aus der Gl. C bestimmen.

Die linke Seite dieser Gleichung

$$\sum_{n=1}^{n=4} \frac{M''_n - M'_n}{h_n}$$

ergibt sich mit Berücksichtigung der oben berechneten Werte M'_n und M''_n zu:

$$\sum_{n=1}^{n=4} \frac{M''_n - M'_n}{h_n} = 0{,}121139\, a + 1{,}42918$$

und die rechte Seite:

$$-\sum_{n=1}^{n=4} \mathfrak{H}''_n - \sum_{n=1}^{n=3} \sum_{F_n}^{F_{n+1}} G_h - \sum_{n=1}^{n=4} \sum_{A_n}^{F_n} P_h = 3{,}73333,$$

so daß also Gl. C die folgende Form bekommt:

$$0{,}121139\, a + 1{,}42918 = 3{,}73333,$$

aus welcher Gleichung wir schließlich: $a = EJ_0\,\delta = 19{,}0208$ und $\delta = 0{,}00034^{\text{m}}$ erhalten.

Die Richtung der positiven horizontalen Bewegung δ ist aus der Abb. 2 zu ersehen, in welcher die Vorzeichen der Bewegungskomponenten (u_n, v_n, φ_n), festgestellt sind.

Wenn wir den Wert von „a" in die obigen Ausdrücke der Momente M' und M'' einsetzen, so bekommen wir:

$$M'_{1,2} = -\ 5{,}558^{\text{tm}},\quad M'_1 = -\ 5{,}558^{\text{tm}}$$
$$M''_{1,2} = -\ 6{,}284^{\text{tm}},\quad M'_2 = 1{,}265^{\text{tm}}$$
$$M'_{2,3} = -\ 5{,}018^{\text{tm}},\quad M'_3 = -\ 1{,}374^{\text{tm}}$$
$$M''_{2,3} = 1{,}940^{\text{tm}},\quad M'_4 = -\ 0{,}088^{\text{tm}}$$
$$M'_{3,4} = 0{,}566^{\text{tm}},\quad M''_1 = 3{,}806^{\text{tm}}$$
$$M''_{3,4} = 0{,}088^{\text{tm}},\quad M''_2 = -\ 0{,}109^{\text{tm}}$$
$$M''_3 = 1{,}211^{\text{tm}}$$
$$M''_4 = 6{,}662^{\text{tm}}.$$

II.

Es sei unsre Aufgabe, jene unbekannten Momente M', M'' zu bestimmen, welche in dem auf der Abb. 11 dargestellten kontinuierlichen Träger unter der ebendort angegebenen Belastung auftreten.

Wir nehmen an, daß die Punkte A sich nicht bewegen, daß also die Werte v, u und $\varphi = 0$ sind.

Wir nehmen ferner an, daß die Querschnitte der einzelnen Trägerteile und des Pfeilers $A_2 F_2$ nicht konstant und daher die Werte τ veränderlich sind.

Wir haben den Trägerteil $F_1 F_2$ und $F_2 F_3$ in je 32 Elemente, den Trägerteil $F_3 F_4$ in 24 und den Pfeiler $A_2 F_2$ in 31 Elemente geteilt und die Verhältniszahlen τ eines jeden Elementes in der Tabelle II angegeben.

In dieser Tabelle haben wir auch die den einzelnen Elementen entsprechenden Δx resp. Δz und x, $l - x$ resp. z, $h - z$ angegeben. Bei dem ersten und letzten Elemente des Trägerteiles $F_1 F_2$ haben wir τ deshalb unendlich groß angenommen, weil die vertikalen Querschnitte dieser Elemente auch den entsprechenden Pfeiler durchschneiden und daher diese Querschnitte bedeutend größer sind als die Querschnitte der übrigen Elemente.

Beim Elemente 32 des Trägerteiles $F_2 F_3$ und beim Elemente 1 des Trägerteiles $F_3 F_4$ ist τ deswegen unendlich groß angenommen worden, weil wir voraussetzen, daß diese Elemente mit einem sehr starken Querträger zusammenhängen, so daß die Querschnitte dieser Elemente auch den Querträger durchschneiden und deshalb relativ sehr große Trägheitsmomente besitzen.

Die Verhältniszahlen τ der Elemente 10—17 des Pfeilers $A_2 F_2$ sind bedeutend größer als die übrigen, und zwar darum, weil wir vorausgesetzt haben, daß diese Elemente mit der Konsole zusammenhängend sind und daher die horizontalen Querschnitte dieser Elemente, die auch die Konsole durchschneiden, größer sind als die übrigen.

Die Längen Δz der letzterwähnten Elemente haben wir deswegen kleiner angenommen als die Längen Δz der übrigen Elemente, weil in der Höhe der Konsole die Aenderung des Trägheitsmomentes und des Biegungsmomentes M_2^0 verhältnismäßig groß ist.

Die Verhältniszahlen des Elementes 1 des Pfeilers $A_2 F_2$ haben wir deshalb unendlich groß angenommen, weil der Querschnitt dieses Elementes auch die Trägerteile $F_1 F_2$ und $F_2 F_3$ durchschneidet, wodurch es ein verhältnismäßig sehr großes Trägheitsmoment besitzt.

Aus demselben Grunde haben wir beim Pfeiler $A_1 F_1$ in dem obern 40 cm langen Teile $\tau = \infty$ angenommen.

Im übrigen Teile des Pfeilers $A_1 F_1$ haben wir eine konstante Verhältniszahl $\tau = 0{,}8$ angenommen (Abb. 11).

In der Tabelle II sind auch die statisch bestimmbaren Momente $M_{1,2}^0$ und M_2^0 des belasteten Trägerteiles $F_1 F_2$ und des belasteten Pfeilers $A_2 F_2$ angegeben.

Zur Bestimmung der unbekannten Momente M' und M'' stehen uns außer der Gl. C die folgenden vier Gleichungen zur Verfügung:

Gleichung $B_{n,n+1}$ für $n = 1$
" $B_{n,n-1}$ " $n = 2$ } (Spezialfall d)
" $B_{n,n+1}$ " $n = 2$ }
" B_n " $n = 3$ (Spezialfall f).

Die Längen f und a lassen sich laut Formeln 12), 13), 14), 15) und 16), 17), 18), 19) mit Hilfe der in Tabelle II enthaltenen Daten berechnen und ergeben sich wie folgt:

$$f'_{1,2} = f''_{1,2} = 3{,}058^{\text{m}}$$
$$f'_{2,3} = f''_{2,3} = 2{,}735^{\text{m}}$$
$$f'_{3,4} = 2{,}426^{\text{m}} \quad f''_{3,4} = 3{,}303^{\text{m}}$$
$$f'_1 = 2{,}02^{\text{m}} \quad f'_2 = 5{,}27^{\text{m}}$$
$$a'_{1,2} = a''_{1,2} = 3{,}04^{\text{m}}$$
$$a'_{2,3} = a''_{2,3} = 3{,}04^{\text{m}}$$
$$a'_{3,4} = 2{,}94^{\text{m}} \quad a''_{3,4} = 2{,}16^{\text{m}}$$
$$a'_1 = 1{,}60^{\text{m}} \quad a''_1 = 1{,}31^{\text{m}}$$
$$a'_2 = 3{,}42^{\text{m}}$$
$$a''_2 = 0 \quad \text{(s. Spezialfall } d\text{)}.$$

Aus den Σ-en, welche in den oben angegebenen vier Gleichungen vorkommen, sind nur jene von Null verschieden, welche sich auf den belasteten Trägerteil $F_1 F_2$ und Pfeiler $A_2 F_2$ beziehen.

Diese Σ-en lassen sich mit Hilfe der in Tabelle II angegebenen Daten berechnen und ergeben sich wie folgt:

$$\sum_{F_1}^{F_2} \frac{M_{1,2}^0 (l_{1,2} - x)\Delta x}{\tau_{1,2}} = 359{,}30^{\text{tm}^3}$$
$$\sum_{F_1}^{F_2} \frac{M_{1,2}^0 \, x \Delta x}{\tau_{1,2}} = 364{,}73^{\text{tm}^3}$$
$$\sum_{A_2}^{F_2} \frac{M_2^0 \Delta z}{\tau_2} = -13{,}13^{\text{tm}^3}$$
$$\sum_{A_2}^{F_2} \frac{M_2^0 \, z \Delta z}{\tau_2} = -92{,}53^{\text{tm}^3}.$$

Wir bemerken noch, daß in unserm Falle das Moment $M''_{0,1}$ von Null verschieden ist, denn ein Trägerteil $F_0 F_1$ existiert zwar nicht, der Trägerteil $F_1 F_2$ aber ist nach links konsolenartig verlängert, und diese Konsole ist belastet (Abb. 11).

Dementsprechend ist

$$M''_{0,1} = -3^{\text{t}} \cdot 1{,}0^{\text{m}} = -3{,}0^{\text{tm}}.$$

Wenn wir den Wert von $M''_{0,1}$ und der oben angegebenen Σ-en, ferner die Werte der Längen f und a in die oben erwähnten Gleichungen einsetzen, und zwar sämtliche Längen in m und sämtliche Kräfte in t ausgedrückt, dann bekommen wir die folgenden Gleichungen:

$$B_{n,n+1} \quad n=1 \quad -52{,}669 = 2{,}715\, M'_{1,2} + 1{,}162\, M''_{1,2} + 0{,}372\, a$$
$$B_{n,n-1} \quad n=2 \quad -52{,}538 = 1{,}162\, M'_{1,2} + 4{,}914\, M''_{1,2} - 3{,}018\, M'_{2,3} - 0{,}125\, a$$
$$B_{n,n+1} \quad n=2 \quad 12{,}51 = -24{,}14\, M''_{1,2} + 37{,}70\, M'_{2,3} + 8{,}31\, M_3 + a$$
$$B_n \quad n=3 \quad 0 = 1{,}039\, M'_{2,3} + 3{,}103\, M_3$$

wo wir der Einfachheit wegen $E J_0 \delta$ mit a bezeichnet haben.

Aus diesen Gleichungen ergibt sich:

$$M'_{1,2} = -14{,}088 - 0{,}1732\, a$$
$$M''_{1,2} = -12{,}408 + 0{,}0848\, a$$
$$M'_{2,3} = -8{,}220 + 0{,}0300\, a$$
$$M_3 = 2{,}752 - 0{,}0100\, a$$

Auch die Momente M'_n M''_n der Pfeiler $A_1 F_1$ und $A_2 F_2$ lassen sich als Funktionen von a ausdrücken, und zwar ergibt sich [Gl. 24)]:

$$M'_1 = M'_{1,2} - M''_{0,1} = -11{,}088 - 0{,}1732\, a$$
$$M'_2 = M'_{2,3} - M''_{1,2} = 4{,}188 - 0{,}0548\, a$$

ferner:

$$M''_1 = 5{,}394 + 0{,}2348\, a \quad \text{(Gl. 27)}$$
$$M''_1 = 0$$

Die einzige Unbekannte a läßt sich aus der Gleichung C bestimmen.

In dieser Gleichung sind sämtliche Kräfte P_h, G_h und $\mathfrak{H}''_n$ gleich Null, mit Ausnahme von $\mathfrak{H}''_2$, deren Wert $= 1^{\text{t}}$ ist, ferner sind für den Fall $n = 3$ und 4, auch beide Momente M'_n und M''_n gleich Null.

Mit Berücksichtigung der oben gesagten und der oben schon angegebenen Werte von M'_n, M''_n ergibt sich aus Gl. C:

$$3{,}597 + 0{,}10885\, a = -1$$

und

$$a = E J_0 \delta = -42{,}23$$
$$\delta = -0{,}0012^{\text{m}}.$$

Wenn wir den Wert von a in die obigen Ausdrücke der Momente M' und M'' einsetzen, so bekommen wir:

$$M'_{1,2} = -6{,}77^{\text{tm}} \quad M'_1 = -3{,}77^{\text{tm}}$$
$$M''_{1,2} = -15{,}99^{\text{tm}} \quad M'_2 = 6{,}50^{\text{tm}}$$
$$M'_{2,3} = -9{,}49^{\text{tm}} \quad M''_1 = -4{,}52^{\text{tm}}$$
$$M_3 = 3{,}17^{\text{tm}} \quad M''_2 = 0.$$

Tabelle I.

Art der Belastung	$\int\limits_{x=0}^{x=l_{n,n+1}} M^0_{n,n+1}\, x\, dx$	$\int\limits_{x=0}^{x=l_{n,n+1}} M^0_{n,n+1}\,(l_{n,n+1}-x)\, dx$	$\int\limits_{z=0}^{z=h_n} M^0_n\, dz$	$\int\limits_{z=0}^{z=h_n} M^0_n\, z\, dz$	Bemerkung
	$\frac{p\, l^4_{n,n+1}}{24}$	$\frac{p\, l^4_{n,n+1}}{24}$	—	—	Es ist hierbei vorausgesetzt, daß der Querschnitt des Trägerteiles $F_n F_{n+1}$ und des Pfeilers $A_n F_n$ konstant, also unveränderlich ist.
	$\frac{1}{6}\sum\limits_{m=1}^{m=r} G_m\, a_m\, b_m\,(a_m + l_{n,n+1})$	$\frac{1}{6}\sum\limits_{m=1}^{m=r} G_m\, a_m\, b_m\,(b_m + l_{n,n+1})$	—	—	
	—	—	$\frac{(p_1 + p_2)\, h^3_n}{24}$	$\frac{h^4_n}{24}\left(\frac{7}{15}p_1 + \frac{8}{15}p_2\right)$	
	—	—	$\sum\limits_{m=1}^{m=r} \frac{P_m\, a_m\, b_m}{2}$	$\frac{1}{6}\sum\limits_{m=1}^{m=r} P_m\, a_m\, b_m\,(a_m + h_n)$	
	—	—	$\sum\limits_{m=1}^{m=r} M_m\, \frac{a_m - b_m}{2}$	$\sum\limits_{m=1}^{m=r} M_m\, \frac{2a^3_m - 3a_m b^2_m - b^3_m}{6h_n}$	

Tabelle II.

Trägerteil F_1F_2 und F_2F_3						Trägerteil F_3F_4					Pfeiler A_2F_2						Bemerkung
Nr.	Δx m	$\tau_{1,2}=\tau_{2,3}$	x m	$l_{1,2}-x=l_{2,3}-x$ m	$M^0_{1,2}$ tm	Nr.	Δx m	$\tau_{3,4}$	x m	$l_{3,4}-x$ m	Nr.	Δz m	τ_2	z m	h_2-z m	M^0_2 tm	
1	0,30	∞	0,15	7,85	1,41	1	0,30	∞	0,15	6,85	1	0,50	∞	0,25	7,75	0,25	
2	0,20	2,53	0,40	7,60	3,77	2	0,30	2,44	0,45	6,55	2	0,40	0,70	0,70	7,30	0,70	
3	0,25	2,16	0,625	7,375	5,90	3	0,30	2,14	0,75	6,25	3	0,30	0,70	1,05	6,95	1,05	
4	0,25	1,84	0,875	7,125	8,25	4	0,30	1,90	1,05	5,95	4	0,30	0,70	1,35	6,65	1,35	
5	0,25	1,57	1,125	6,875	10,62	5	0,30	1,71	1,35	5,65	5	0,30	0,70	1,65	6,35	1,65	
6	0,25	1,40	1,375	6,625	12,97	6	0,30	1,54	1,65	5,35	6	0,30	0,70	1,95	6,05	1,95	
7	0,25	1,28	1,625	6,375	14,71	7	0,30	1,38	1,95	5,05	7	0,30	0,70	2,25	5,75	2,25	
8	0,25	1,21	1,875	6,125	15,82	8	0,30	1,26	2,25	4,75	8	0,30	0,70	2,55	5,45	2,55	
9	0,25	1,20	2,125	5,875	16,93	9	0,30	1,18	2,55	4,45	9	0,30	0,70	2,85	5,15	2,85	$EI_0 = 35000$ tm²
10	0,25	1,20	2,375	5,625	18,04	10	0,30	1,12	2,85	4,15	10	0,10	8,90	3,05	4,95	3,00	
11	0,25	1,20	2,625	5,375	19,15	11	0,30	1,06	3,15	3,85	11	0,10	8,90	3,15	4,85	2,50	
12	0,25	1,20	2,875	5,125	20,26	12	0,30	1,04	3,45	3,55	12	0,10	8,00	3,25	4,75	1,45	
13	0,25	1,20	3,125	4,875	20,74	13	0,30	1,02	3,75	3,25	13	0,10	6,20	3,35	4,65	0,00	
14	0,25	1,20	3,375	4,625	20,60	14	0,30	1,01	4,05	2,95	14	0,10	4,80	3,45	4,55	— 1,30	
15	0,25	1,20	3,625	4,375	20,46	15	0,30	1,00	4,35	2,65	15	0,10	3,40	3,55	4,45	— 2,65	
16	0,25	1,20	3,875	4,125	20,32	16	0,30	1,00	4,65	2,35	16	0,10	2,00	3,65	4,35	— 3,65	$E = 140$ t/cm²
17	0,25	1,20	4,125	3,875	20,18	17	0,30	1,00	4,95	2,05	17	0,10	1,10	3,75	4,25	— 4,20	
18	0,25	1,20	4,375	3,625	20,04	18	0,30	1,00	5,25	1,75	18	0,30	0,67	3,95	4,05	— 4,05	
19	0,25	1,20	4,625	3,375	19,90	19	0,30	1,00	5,55	1,45	19	0,30	0,63	4,25	3,75	— 3,75	
20	0,25	1,20	4,875	3,125	19,76	20	0,30	1,00	5,85	1,15	20	0,30	0,58	4,55	3,45	— 3,45	
21	0,25	1,20	5,125	2,875	19,62	21	0,30	1,00	6,15	0,85	21	0,30	0,54	4,85	3,15	— 3,15	
22	0,25	1,20	5,375	2,625	19,48	22	0,30	1,00	6,45	0,55	22	0,30	0,50	5,15	2,85	— 2,85	
23	0,25	1,20	5,625	2,375	19,34	23	0,20	1,00	6,70	0,30	23	0,30	0,47	5,45	2,55	— 2,55	
24	0,25	1,20	5,875	2,125	19,20	24	0,20	1,00	6,90	0,10	24	0,30	0,43	5,75	2,25	— 2,25	$I_0 = 250$ cm² m²
25	0,25	1,21	6,125	1,875	17,94						25	0,30	0,39	6,05	1,95	— 1,95	
26	0,25	1,28	6,375	1,625	15,55						26	0,30	0,36	6,35	1,65	— 1,65	
27	0,25	1,40	6,625	1,375	13,14						27	0,30	0,33	6,65	1,35	— 1,35	
28	0,25	1,57	6,875	1,125	10,76						28	0,30	0,30	6,95	1,05	— 1,05	
29	0,25	1,84	7,125	0,875	8,37						29	0,30	0,27	7,25	0,75	— 0,75	
30	0,25	2,16	7,375	0,625	5,98						30	0,30	0,25	7,55	0,45	— 0,45	
31	0,20	2,53	7,60	0,40	3,82						31	0,30	0,22	7,85	0,15	— 0,15	
32	0,30	∞	7,85	0,15	1,43												

Die Knicksicherheit der Druckgurte offener Bogenbrücken.

Von Dipl.-Ing. Briske (Berlin).

I.

In Nr. 1, S. 74, des Jahrgangs 1910 der Zeitschrift für Architektur- und Ingenieurwesen gibt Dr.-Ing. P. Müller für die Berechnung der Knicksicherheit der Druckgurte offener Bogenbrücken Formeln an, deren Ergebnisse „mit der Wirklichkeit nahezu übereinstimmen". Diese Ergebnisse seien an einem Beispiel erläutert.

Bei Bogenbrücken mit zwei Gurtungen und einem oberhalb der Kämpferlinie in Fahrbahnhöhe liegenden Zugband entsteht infolge voller Verkehrslast starker Druck im Obergurt, dagegen schwacher Druck, unter Umständen sogar Zug, im Untergurt. Für den Fall eines spannungslosen Untergurts erhält man nach der Engesserschen Formel, bei Vernachlässigung der Elastizität der Querträger, als Knicksicherheit des Obergurts, in der Schreibweise von Dr. Müller:

$$\alpha = \frac{2E}{O \cdot h} \sqrt{\frac{3 J_o J_v}{\lambda \cdot h}},$$

einen in Wirklichkeit noch zu kleinen Wert, da der Widerstand des beim Ausknicken des Obergurts ebenfalls zu verbiegenden Untergurts in der Formel nicht zum Ausdruck kommt. Nach der Formel von Dr. Müller, die nach dessen eignen Worten gerade dann mit großer Annäherung gilt, wenn das Verhältnis $h_o : h_u$ in der Nähe von 1 liegt, erhält man mit $h_o = h_u = 1$:

$$\alpha = \frac{2E}{Oh} \sqrt{\frac{1{,}5 J_o J_v}{\lambda \cdot h}},$$

also einen gegenüber der Engesserschen Formel um 29 v. H. und gegenüber der Wirklichkeit erst recht zu kleinen Wert, da man bei sehr eng aneinanderliegenden Gurten offenbar den Wert $(J_o + J_u)$ an Stelle von J_o in die Engessersche Formel einführen darf.

Als Knicksicherheit des Untergurts findet man im vorliegenden Fall, wegen $U = 0$, den Wert $\alpha = \infty$. Damit ist die Unklarheit in der Auffassung Dr. Müllers erwiesen: Denn ein Ausknicken des Obergurts bei festgehaltenem Untergurt ist mit der Vorstellung unvereinbar; vielmehr ist für das ganze System ein einziger Sicherheitsgrad einzuführen. Auf sonstige Ungenauigkeiten in der Ableitung von Dr. Müller soll hier nicht weiter eingegangen werden.

Anzuerkennen ist, daß die von Dr. Müller angeschnittene Frage für die Praxis einige, wenn auch nur geringe, Bedeutung hat. Denn da die Knicksicherheit des Obergurts durch die Druckkraft des Untergurts verringert, durch das Trägheitsmoment des Untergurts vergrößert wird, müßte man, um ganz sicher zu gehen, in die Engessersche Formel als Druckkraft die vereinigte Druckkraft beider Gurtungen, also den größten Horizontalschub, als Trägheitsmoment aber nur dasjenige des Obergurts einführen; dies Verfahren wäre jedoch unnütz unwirtschaftlich. Die Aufgabe, die Engessersche Formel für Brücken mit zwei Druckgurtungen umzuformen, soll im folgenden behandelt werden.

II.

Für die Ableitung seien folgende Voraussetzungen getroffen, die denjenigen der Engesserschen Formel entsprechen. (Vgl. Engesser, die Zusatzkräfte und Nebenspannungen eiserner Fachwerkbrücken, Teil II, S. 150.) Beide Gurtungen seien wagerecht und in ihren Endpunkten unverrückbar festgehalten; sowohl die im folgenden als Druckkräfte positiv bezeichneten Gurtkräfte O, U als auch die auf die senkrechte Schwerachse bezogenen Trägheitsmomente J_o, J_u der Gurtungen seien auf die ganze Brückenlänge unveränderlich; alle Querrahmen seien in gleicher Weise ausgebildet und um die Feldweite c voneinander entfernt. Als Knicksicherheitsgrad n sei das Verhältnis der unter Voraussetzung unbegrenzter Gültigkeit des Elastizitätsgesetzes errechneten Knicklast zur Nutzlast eingeführt.

Zwischen den wagerechten Kräften Q_o, Q_u, die in den Knotenpunkten o, u von den Gurtungen auf den am stärksten ausgebogenen Querrahmen ausgeübt werden und

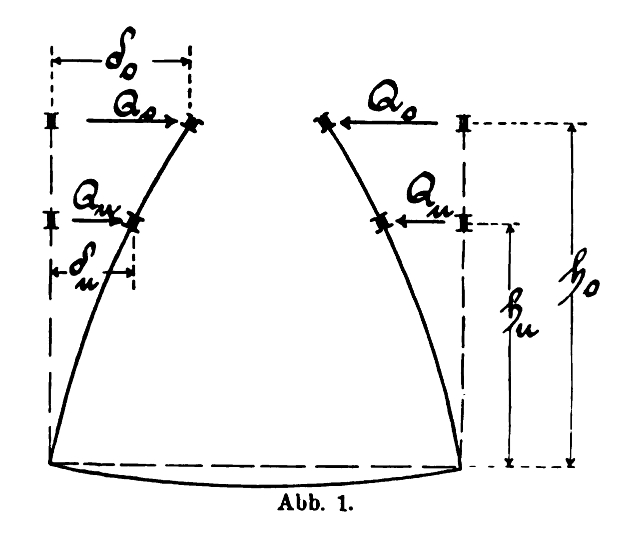


Abb. 1.

den Verschiebungen δ_o, δ_u der Punkte o, u im Sinne der Kräfte Q_o, Q_u (vgl. Abb. 1) bestehen die linearen Beziehungen

$$1)\qquad \begin{cases} \delta_o = Q_o\, \delta_{oo} + Q_u\, \delta_{ou} \\ \delta_u = Q_o\, \delta_{uo} + Q_u\, \delta_{uu}, \end{cases}$$

worin δ_{ou} die Verschiebung eines der beiden Punkte o im Sinne der Kraft $Q_o = +1$ infolge der Kräfte $Q_u = +1$ bedeutet; δ_{oo}, δ_{uo}, δ_{uu} sind entsprechend aufzufassen; nach dem Maxwellschen Satz von der Gegenseitigkeit der Formänderungen ist $\delta_{ou} = \delta_{uo}$. Beispielsweise gilt für den Fall starrer Querträger und elastischer Pfosten von unveränderlichem seitlichen Trägheitsmoment J_v, wenn man die Höhen von den Punkten o bzw. u bis zur Einspannungsstelle des Pfostens am Querträger mit h_o bzw. h_u bezeichnet:

$$1a)\qquad \begin{cases} \delta_{oo} = \dfrac{h_o^{\,3}}{3\,EJ_v} \\[2mm] \delta_{ou} = \delta_{uo} = \dfrac{h_u^{\,2}}{2\,EJ_v}\left(h_o - \dfrac{h_u}{3}\right) \\[2mm] \delta_{uu} = \dfrac{h_u^{\,3}}{3\,EJ_v}. \end{cases}$$

Aus 1) folgt

$$2)\qquad \begin{cases} Q_o = A_{oo} \cdot \delta_o + A_{ou} \cdot \delta_u \\ Q_u = A_{uo} \cdot \delta_o + A_{uu} \cdot \delta_u, \end{cases}$$

worin

$$3)\qquad \begin{cases} A_{oo} = \dfrac{\delta_{uu}}{\delta_{oo} \cdot \delta_{uu} - \delta_{ou}^{\,2}} \\[2mm] A_{ou} = A_{uo} = \dfrac{-\,\delta_{ou}}{\delta_{oo}\,\delta_{uu} - \delta_{ou}^{\,2}} \\[2mm] A_{uu} = \dfrac{\delta_{oo}}{\delta_{oo}\,\delta_{uu} - \delta_{ou}^{\,2}}. \end{cases}$$

Unter der streng genommen besonders zu beweisenden, aber ohne weiteres einleuchtenden Annahme, daß die Grenzpunkte der beim Ausknicken entstehenden Wellen beider Gurtungen untereinanderfallen, knickt jede Gurtung

nach einer Sinuslinie aus (vgl. Abb. 2). Der Nachweis, daß dabei die Gleichgewichtsbedingungen für jeden Punkt der Welle erfüllt sind, ist derselbe wie bei der Engesserschen Formel (vgl. a. a. O., S. 150) und kann daher hier erspart werden. Im Abstande x von der Wellenmitte entstehen die Ausbiegungen

$$4)\quad \begin{cases} \delta_{ox} = \delta_o \cdot \cos \frac{\pi x}{l} \\ \delta_{ux} = \delta_u \cdot \cos \frac{\pi x}{l}, \end{cases}$$

worin l die Wellenlänge bedeutet.

Denkt man sich die von einem Querrahmen auf die Gurtungen ausgeübten Kräfte gleichmäßig auf die Feldweite c verteilt, so wirkt auf den Obergurt im Punkte ox die Kraft

$$q_{ox} = \frac{Q_{ox}}{c} = \frac{A_{oo}}{c} \cdot \delta_{ox} + \frac{A_{uu}}{c} \cdot \delta_{ux}$$

(nach 2), und mit den Werten von 4):

$$5)\quad q_{ox} = \frac{1}{c} \cos \frac{\pi x}{l} (A_{oo}\, \delta_o + A_{ou}\, \delta_u).$$

Die allgemeine Elastizitätsbedingung des Obergurts

$$M_o = - E J_o \frac{d^2 \delta_{ox}}{d x^2}$$

lautet für die Mitte einer Welle:

$$n\, O \cdot \delta_o - \frac{l}{2} \int_0^{\frac{l}{2}} q_{ox}\, dx + \int_0^{\frac{l}{2}} q_{ox} \cdot x \cdot dx = \frac{E J_o \pi^2}{l^2} \cdot \delta_o;$$

durchführen (vgl. Abschnitt IV, Beispiel 1); andernfalls ist die den Kleinstwert n ergebende Wellenlänge durch Probieren festzustellen und die aus der Engesserschen Formel errechnete Wellenlänge als erste Annäherung zu betrachten. (Vgl. Beispiel 2.)

III.

Nach Formel 7) ist der Grad der Knicksicherheit als Differenz mehrstelliger Zahlen zu bestimmen; die Rechnung muß daher im allgemeinen auf vier oder mehr Stellen genau durchgeführt werden und erfordert, in Anbetracht der Willkür bei der Festsetzung des zulässigen Sicherheitsgrades, einen unverhältnismäßig großen Arbeitsaufwand. Eine für die Anwendung wesentlich einfachere und, wie die folgenden Zahlenbeispiele zeigen, mit den Ergebnissen der Formel 7) gut übereinstimmende Näherungsformel erhält man durch Anwendung der Arbeitsgleichung auf den Zustand des Ausknickens. (Vgl. Prof. Kayser, Zentralbl. d. Bauverw. 1909, Nr. 6, S. 45.)

Bezeichnet man den Unterschied zwischen Bogen- und Sehnenlänge einer Welle für den Obergurt mit Δl_o, für den Untergurt mit Δl_u, so lautet die Arbeitsgleichung

$$O \cdot \Delta l_o + U \cdot \Delta l_u = A_g + A_p;$$

die linke Seite der Gleichung stellt die Arbeit der äußern Kräfte, A_g die Gurtbiegungsarbeit und A_p die Pfostenbiegungsarbeit, dar. Als Wellenform sei wieder die Sinuskurve (Abb. 2, Gleichung 4) eingeführt; dann gelten die Beziehungen:

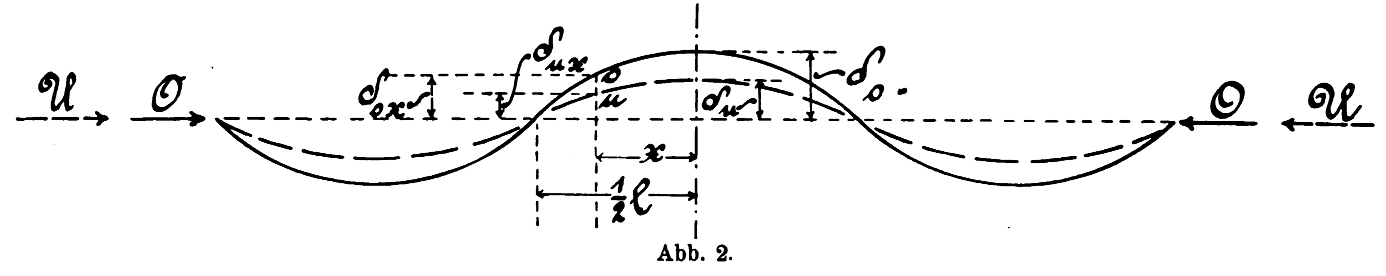


Abb. 2.

nach Einsetzung von 5) erhält man:

$$\begin{cases} \left[n\,O - \frac{E J_o \pi^2}{l^2}\right] \delta_o = \frac{1}{c} (A_{oo}\, \delta_o + A_{ou}\, \delta_u) \cdot \\ \cdot \left[\frac{l}{2} \int_0^{\frac{l}{2}} \cos \frac{\pi x}{l}\, dx + \int_0^{\frac{l}{2}} x \cos \frac{\pi x}{l}\, dx\right], \end{cases}$$

oder, nach Ausführung der Integration:

$$6)\quad \begin{cases} n\,O - E J_o \frac{\pi^2}{l^2} = \frac{l^2}{c \pi^2} \left(A_{oo} + A_{ou} \frac{\delta_u}{\delta_o}\right) \\ n\,U - E J_u \frac{\pi^2}{l^2} = \frac{l^2}{c \pi^2} \left(A_{uu} + A_{ou} \frac{\delta_o}{\delta_u}\right). \end{cases}$$

Die zweite der beiden Gleichungen ist der ersten entsprechend abgeleitet. Die Auflösung der beiden Gleichungen nach n, unter Elimination des Wertes $\frac{\delta_o}{\delta_u}$, ergibt:

$$7)\quad \begin{cases} n = \frac{\pi^2 E}{2 l^2} \left(\frac{J_o}{O} + \frac{J_u}{U}\right) + \frac{l^2}{2 \pi^2 c} \left(\frac{A_{oo}}{O} + \frac{A_{uu}}{U}\right) \pm \\ \pm \sqrt{\left[\frac{\pi^2 E}{2 l^2} \left(\frac{J_o}{O} - \frac{J_u}{U}\right) + \frac{l^2}{2 \pi^2 c} \left(\frac{A_{oo}}{O} - \frac{A_{uu}}{U}\right)\right]^2 + \frac{A_{ou}{}^2}{O U} \frac{l^4}{\pi^4 c^2}}. \end{cases}$$

Von den beiden Vorzeichen der Wurzel kommt dasjenige in Betracht, das den kleinern Wert n ergibt.

Schließlich ist noch, wie bei der Engesserschen Formel, diejenige Wellenlänge festzustellen, für die n ein Kleinstwert wird. Eine geschlossene mathematische Entwicklung läßt sich dabei nur für den Fall

$$\frac{J_o}{O} = \frac{J_u}{U}$$

$$\Delta l_o = 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \int_0^{\frac{l}{2}} \left(\frac{d \delta_{ox}}{d x}\right)^2 d x$$

$$= \frac{\pi^2}{l^2} \delta_o^2 \int_0^{\frac{l}{2}} \sin^2 \frac{\pi}{l} x\, d x = \frac{\pi^2}{4 l} \delta_o^2;$$

$$\Delta l_u = \frac{\pi^2}{4 l} \delta_u^2;$$

$$A_g = \frac{\pi^2 E J_o}{l^2} \Delta l_o + \frac{\pi^2 E J_u}{l^2} \Delta l_u.$$

Würde man noch A_p als Funktion der Werte Δl_o, Δl_u darstellen und den Wert $\Delta l_o : \Delta l_u$ mittels der Arbeitsgleichung aus der Bedingung, daß n ein Kleinstwert werde, ermitteln, so käme man auch auf diesem Wege zu der in Abschnitt III aus den Gleichgewichtsbedingungen abgeleiteten Formel 7). Stattdessen sei zur Gewinnung einer Näherungsformel die Beziehung

$$\frac{\delta_u}{\delta_o} = \frac{\delta_{ou}}{\delta_{oo}}$$

eingeführt, die der Annahme entspricht, daß sich die Pfosten in derselben Weise verbiegen als wenn nur die obere Gurtung vorhanden wäre. Dann gilt:

$$\Delta l_u = \Delta l_o \frac{\delta_{ou}{}^2}{\delta_{oo}{}^2};$$

$$A_p = 2 \cdot \frac{1}{2} \int_0^{\frac{l}{2}} \frac{\delta_{ox}{}^2}{c \cdot \delta_{oo}} d x = \frac{\delta_o{}^2 l}{4 c \cdot \delta_{oo}} = \frac{l^2}{\pi^2 c \cdot \delta_{oo}} \Delta l_o.$$

Mit diesen Werten lautet die Arbeitsgleichung:

$$n\left(O + U\frac{\delta_{ou}^2}{\delta_{oo}^2}\right) = \frac{\pi^2 E}{l^2}\left(J_o + J_u\frac{\delta_{ou}^2}{\delta_{uu}^2}\right) + \frac{l^2}{\pi^2\, c\, \delta_{oo}}.$$

Aus der Bedingung $\frac{\partial n}{\partial l} = 0$

folgt, wenn man zur Abkürzung $k = \frac{\delta_{ou}^2}{\delta_{oo}^2}$

einführt:

$$8)\qquad l = \pi\sqrt[4]{E\,(J_o + k J_u)\cdot c\cdot\delta_{oo}}$$

$$9)\qquad n = \frac{2}{O + k U}\sqrt{\frac{E\,(J_o + k J_u)}{c\cdot\delta_{oo}}};$$

diese Formeln unterscheiden sich von den von Engesser für Brücken mit nur einer freien Gurtung abgeleiten Formeln allein dadurch, daß die Werte $O + kU$, $J_o + kJ_u$ an Stelle der Werte O, J_o treten.

IV.

Beispiel 1.

Für eine Sichelbogenbrücke mit Kämpfergelenken seien gegeben:

$O = 500^{t}$; $U = 300^{t}$; $J_o = 15^{\,dm\,4}$; $J_u = 9^{\,dm\,4}$; $J_v = 10^{\,dm\,4}$; $c = 40^{\,dm}$; $h_o = 80^{\,dm}$; $h_u = 60^{\,dm}$; $E = 215\,000\ {}^{t}/_{qdm}$. Die Elastizität der Querträger sei zu vernachlässigen.

Die für diesen Fall gültigen Formeln 1a) ergeben:

$$E\cdot\delta_{oo} = 17\,067;\ E\cdot\delta_{ou} = 10\,800;\ E\cdot\delta_{uu} = 7200.$$

Mit $k = \left(\frac{3\cdot 10\,800}{51\,200}\right)^2 = 0{,}40$ folgt aus 8) und 9)

$$l = \pi\sqrt[4]{(15 + 0{,}40\cdot 9)\cdot 40\cdot 17\,067} = 188^{\,dm}.$$

$$n = \frac{2\cdot 215\,000}{500 + 0{,}40\cdot 300}\sqrt{\frac{15 + 0{,}40\cdot 9}{40\cdot 17\,067}} = 3{,}62.$$

Die genauere Rechnung gibt zunächst nach Formel 3):

$$A_{oo} = \frac{3}{2600}E;\ A_{ou} = \frac{9}{5200}E;\ A_{uu} = \frac{32}{11\,700}E;$$

durch Einsetzung in Formel 7) findet man

$$n = \frac{\pi^2}{2\,l^2}\cdot E\cdot 0{,}06 + \frac{l^2}{2\,\pi^2}\,\frac{E}{520\cdot 10^4}\cdot 0{,}0248;$$

aus der Bedingung $\frac{\partial n}{\partial l} = 0$

folgt $l = 10\,\pi\sqrt[4]{\frac{0{,}06\cdot 520}{0{,}0248}} = 187^{\,dm}$;

$$n = \frac{\pi^2}{l^2}\cdot E\cdot 0{,}06 = 215\,000\sqrt{\frac{0{,}06\cdot 0{,}248}{520\cdot 10^4}} = 3{,}64.$$

Beispiel 2.

Für eine Zweigelenkbogenbrücke mit Zugband seien $O = 720^{t}$, $U = 80^{t}$, $E = 215\,000\ {}^{t}/_{qdm}$ und die Konstruktionsgrößen des Beispiels 1 gegeben.

Die Werte δ, k, A bleiben dieselben wie im Beispiel 1. Die Näherungsformeln 8) und 9) ergeben:

$$l = 188^{\,dm};\ n = 2{,}99.$$

Nach Formel 7) findet man

$$\frac{2n}{E} = \frac{\pi^2}{l^2}\cdot\frac{4}{30} + \frac{l^2}{\pi^2}\,\frac{67}{72\cdot 104\cdot 10^4} - \sqrt{\left[\frac{\pi^2}{l^2}\,\frac{11}{120} + \frac{l^2}{\pi^2}\cdot\frac{61}{72\cdot 104\cdot 10^4}\right]^2 + \frac{l^4}{\pi^4}\cdot\frac{9}{256\cdot 52^2\cdot 10^8}}$$

und

für $l = 180^{\,dm}: n = 3{,}01$

„ $l = 190^{\,dm}: n = 2{,}98$ als ungefähren Kleinstwert;

„ $l = 200^{\,dm}: n = 3{,}01$.

Beide Beispiele zeigen, daß die Formeln 7) und 9) fast übereinstimmende Ergebnisse liefern. Der Unterschied der Ergebnisse wird noch geringer, wenn das Verhältnis $h_u : h_o$, üblichen Ausführungen entsprechend, näher an 1 herankommt. Praktisch kommt also nur Formel 9) in Betracht, da schon die Berechnung des Sicherheitsgrades auf eine Dezimalstelle reichlich genau ist.

V.

Die bisher aufgestellten Formeln setzen, ebenso wie die Formel von Engesser, eine auf die ganze Brückenlänge unveränderliche Rahmensteifigkeit voraus. Bei offenen Brücken mit die Fahrbahn bogenförmig durchdringendem Obergurt nimmt die Rahmensteifigkeit von der Brückenmitte nach den Auflagern hin erheblich zu; die sehr steifen Rahmen in der Nähe der Auflager bewirken eine Einspannung des Obergurts. Der Einfluß dieser Einspannung ist von mir im Zentralblatt der Bauverwaltung, Jahrgang 1910, S. 53, erörtert worden. Erweitert man die dort durchgeführte Untersuchung auf offene Brücken mit zwei die Fahrbahn bogenförmig durchdringenden Gurten, so erhält man die Formel

$$10)\qquad n = \frac{3{,}3}{O + k U}\sqrt{\frac{E\,(J_o + k J_u)}{c\cdot\delta_{oo}}}.$$

Dabei sind alle Werte vorsichtshalber mit den der Brückenmitte entsprechenden Zahlen einzuführen. Der Einfluß der Einspannung der Gurtungen durch die sehr steifen Rahmen an den Brückenenden ist also viel wesentlicher als der Einfluß der zweiten Gurtung; Formel 10) ergibt einen 1,65 mal so großen Wert wie 9), während der Unterschied zwischen Formel 9) und der mit $k = 0$ entstehenden Formel von Engesser viel geringer ist.

Bei der Begriffsbestimmung des Sicherheitsgrades war bisher von der Annahme unbegrenzter Gültigkeit des Elastizitätsgesetzes ausgegangen. Um diejenige Kraft, die die Zerstörung des Bauwerks hervorruft, theoretisch zu ermitteln, kann man in der von Engesser im Zentralblatt der Bauverwaltung 1909, S. 179, angegebenen Weise vorgehen, indem man an Stelle von E den Knickmodul T einführt. (Vgl. auch Zentralbl. der Bauverw. 1910, S. 54.)

Zum Schluß sei noch betont, daß die hier angegebenen wie sämtliche auf die Ermittlung des Sicherheitsgrades gegen Knicken zielenden Formeln nur als Näherungsformeln für eine erste Querschnittsbestimmung zu betrachten sind. Mit drei- oder mehrfacher Knicksicherheit ist noch nicht der Beweis erbracht, daß nicht schon unter der Nutzlast oder bei geringer Ueberschreitung derselben infolge verschiedener Belastungen der einzelnen Querträger in den Rahmen und Gurtungen Spannungen hervorgerufen werden, die jenseits der Elastizitätsgrenze liegen und somit durch bleibende Formänderungen den Bestand des Bauwerks gefährden. Die Festigkeitsuntersuchung einer offenen Brücke sollte daher stets auf die Bestimmung dieser Spannungen ausgedehnt werden; das einzige bisher veröffentlichte Verfahren, das die Ermittlung derselben ermöglicht, ist von Müller-Breslau (Graphische Statik, Band II, Abtlg. 2, Abschn. IV) angegeben worden.

Gewölbe- und Rahmenberechnung nach der Elastizitätstheorie.

In Heft 3 von 1909 dieser Zeitschrift sind Ergänzungen zu der Berechnung der Eisenbetonkonstruktionen in Heft 4 von 1906 erschienen, und in einem Sonderabdruck des Verlags von C. W. Kreidel in Wiesbaden wurden beide Arbeiten zu einer „vollständigen theoretischen und praktischen Berechnung der Eisenbetonkonstruktionen mit genauer Gewölbe- und Rahmenberechnung" 1910 erweitert, in welcher alle frühern Formeln enthalten und auf Beispiele der Praxis angewendet worden sind.

Bei der Anwendung der theoretischen Gewölbe- und Rahmenberechnung auf praktische Beispiele zeigt sich ihre allgemeine Verwendbarkeit, wie sie auf Grund der Elastizitätstheorie der Professoren Dr. Weyrauch, Mörsch und Dr. Müller-Breslau von mir näher ausgeführt worden ist.

Dies geht auch aus der Berechnung des nebengezeichneten Tunnelprofils hervor, welche für den bei B eingespannten und bei A durchschnittenen Rahmen wie beim eingespannten Gewölbe geschehen kann (s. S. 39 des Sonderdrucks von 1910).

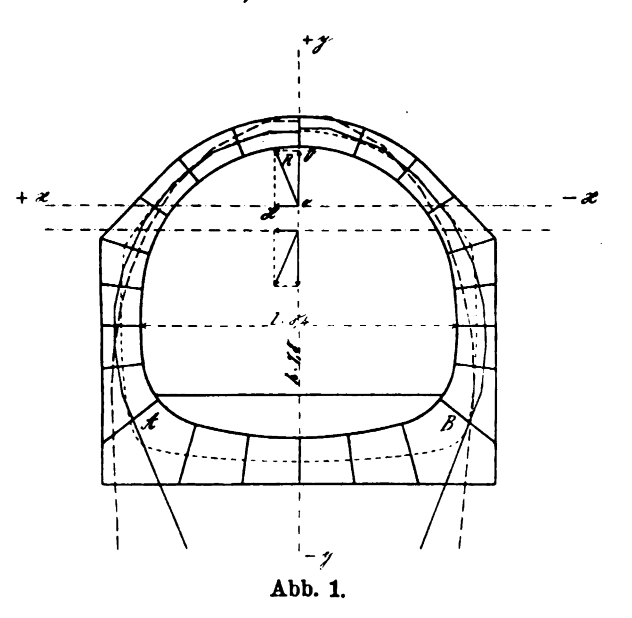


Abb. 1.

Dieselbe Berechnungsweise kann aber auch auf den geschlossenen ringförmigen Rahmen angewendet werden, wenn das eingespannte und durchschnittene Ende in B vereinigt gedacht wird, und der Rahmen durch Einteilung in Lamellen von B aus ringsherum bis B berechnet wird, und zwar genau in derselben Weise wie das eingespannte Gewölbe (s. Berechnung der eingespannten Gewölbe von Mörsch in der Schweizer Bauzeitung, Band XLVII, Nr. 7 und 8, und Sonderdruck derselben).

Für die Berechnung der Einspannung bei A und B ergaben sich die links gezeichneten Stützlinien und für die ringförmige Berechnung von B aus die rechtsseitigen Stützlinien. Die letztern wurden auch durch eine graphische Berechnung mit Verschiebungsplänen nach Professor Dr. Müller-Breslau geprüft, und zwar vermittels Aufzeichnung der Durchbiegungsseilpolygone für die elastischen Gewichte $w = \frac{s}{J}$ zur Bestimmung der Einflußlinien für die Einzellasten, und es wurden hierbei dieselben Stützlinien erhalten, welche sich auch denjenigen für die eingespannte Berechnung nähern. Als Belastung wurde das Erdgewicht $\gamma = 1{,}8$ mit 6,5 m Ueberschüttungshöhe im Scheitel sowie der seitliche Erddruck für den Böschungswinkel von 15° (bei vollständiger Durchnässung der Erde) und von 33° 40′ mit der Böschungsneigung $1 : 1\frac{1}{2}$ (in trocknem Zustand derselben) angenommen, und für den erstern Fall gilt die ausgezogene und für den letztern Fall die gestrichelte Stützlinie.

Statt der schiefen (senkrecht zur innern Leibung stehenden) Fugen wurden bei der Berechnung vertikale bzw. horizontale Fugen durch ihren Schnitt mit der Mittellinie gelegt und der horizontale Erddruck in der Mitte der gerade gedachten Lamellenoberkanten angenommen, und zwar nach der Formel $E = \frac{\gamma}{2} \cdot h^2 \cdot \mathrm{tg}^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)$ oder bei Einsetzung von $\gamma = 1{,}8$ und $\varphi = 15^0$ bzw. $33^0\,40'$ für die Höhe h bis zur Erdoberfläche $E = 0{,}530\,h^2$ bzw. $= 0{,}258\,h^2$ (für die einzelnen Lamellen ist der Unterschied für das E der beiden äußern Endpunkte zu wählen).

Bei der obigen ringförmigen Berechnung (wie beim eingespannten Gewölbe) hat es sich nun ergeben, daß die Vorzeichen der Richtungen und Kräfte genau eingehalten werden müssen, um zu einem richtigen Resultat zu gelangen.

Dies bezieht sich zunächst auf die Summenausdrücke $\Sigma w \cdot y \cdot (a - x)$, $\Sigma w \cdot x \cdot (a - x)$ und $\Sigma w \cdot (a - x)$, welche so zu berechnen sind, daß x, y und a die Vorzeichen des angenommenen Koordinatensystems (aus dem Abstand $z = \frac{\Sigma w \cdot y'}{\Sigma w}$ des Koordinatenursprungs 0 vom Scheitel der Mittellinie) erhalten (s. Abb. 1), und daher x und y mit ihrem Vorzeichen + oder − einzusetzen sind und $(a - x)$ den positiven oder negativen Abständen der Lamellenmitten von der Kraft 1 (bzw. P) entspricht, und hierbei auch die positive Richtung von rechts nach links und die negative Richtung von links nach rechts (und zwar in Beziehung auf die in den Fugenmitten I, II usw. angenommenen Kräfte) anzunehmen ist.

Die Einflußordinaten für die Belastung durch die vertikalen Kräfte ergeben sich dann aus den Formeln:

$$H = -\frac{1 \sum_a^{-\frac{l}{2}} w \cdot y\,(a - x)}{\Sigma\, w\, y^2 + \Sigma \frac{s}{F}}, \quad V = -\frac{1 \sum_a^{-\frac{l}{2}} w \cdot x\,(a - x)}{\Sigma\, w \cdot x^2},$$

$$M = +\frac{1 \sum_a^{-\frac{l}{2}} w\,(a - x)}{\Sigma\, w}$$

(s. auch Betonkalender oder technisches Lexikon von Lueger: Berechnung der Gewölbe) und für die horizontalen Kräfte aus den Formeln:

$$H = -\frac{1\,(\Sigma\, w\, y^2 - b\, \Sigma\, w\, y)}{\Sigma\, w\, y^2 + \Sigma \frac{s}{F}},$$

$$V = -\frac{1\,(\Sigma\, w\, x\, y - b\, \Sigma\, w\, x)}{\Sigma\, w\, x^2},$$

$$M = +\frac{1\,(\Sigma\, w\, y - b\, \Sigma\, w)}{\Sigma\, w}$$

(s. S. 88 des Sonderdrucks von 1910), worin b die mit dem Vorzeichen einzusetzende Ordinate des Angriffspunkts der horizontalen Kraft 1 ist.

Zur Bestimmung der Einflußlinien für die vertikalen und horizontalen Kräfte kommen dieselben Werte von $w = \frac{s}{J} = \frac{\text{Länge der Lamelle}}{\text{Trägheitsmoment}}$ sowie von x und y zur Verwendung, so daß die Berechnung der Formeln für die horizontalen Kräfte sich wesentlich vereinfacht, und die Größe von H, V und M durch Interpolation (im obigen Fall als Mittel) aus den berechneten Einflußordinaten zu

bestimmen ist. Die Kraftrichtungen H und V werden hierbei für das positive H von links nach rechts und für das positive V von unten nach oben angenommen (s. S. 90 des Sonderdrucks). Wenn außerdem die Richtungen von x und y für die Hebelarme der Kräfte H und V in Beziehung auf die Momentpunkte unterschieden werden, so ergibt sich für das positive M eine Drehung im Sinne des Uhrenzeigers und für das negative M die entgegengesetzte Drehung (für die Ausrechnung der Summenausdrücke kann die vertikale Belastung P auch positiv und ihre Auflagerdrucke negativ eingesetzt werden, wie dies bei der Berechnung der eingespannten Gewölbe gewöhnlich geschieht, nur müssen alsdann auch die Vorzeichen der Abstände $a - x$ gewechselt werden, damit dasselbe Resultat für H, V und M erhalten wird).

Unter dieser Voraussetzung ergeben sich für jede beliebige Form des Rahmens die in Abb. 1 eingezeichneten Kraftrichtungen H und V (welche bei positivem Vorzeichen von links nach rechts und von unten nach oben und bei negativem Vorzeichen umgekehrt aufzutragen sind) sowie das entsprechende Vorzeichen von M (welches auch für jedes berechnete H und V aus dem Drehungssinn des Kräftepaares der Gegenresultante R mit dem gleichen und entgegengesetzt gerichteten Kämpferdruck R hervorgeht, so daß hierdurch eine sichere Kontrolle vorhanden ist).

Die genaue Lage der Kämpferdrücke ergibt sich aus den Formeln

$$x_r = \frac{M}{V},\ y_r = \frac{M}{H},\ r = \frac{M}{R} \text{ und } R = \sqrt{H^2 + V^2}$$

(s. S. 43 des Sonderdrucks von 1910).

Die obern Kräfte H und V (in Abb. 1) beziehen sich auf das Koordinatensystem für das Eingespanntsein des Rahmens bei A und B, und man erhält hierfür im Scheitel eine Maximalzugspannung von 10 kg für die vertikale Erdbelastung und den halben horizontalen Erddruck (die Maximaldruckspannung wird = 20 kg).

Die untern Kräfte H und V entsprechen dagegen dem Koordinatensystem für die ringförmige Berechnung, wobei B zugleich das bewegliche Ende des Rahmens bildet, und daher R nach unten gerichtet ist, und es ergibt sich hier eine Maximalzugspannung von 15 kg für die vertikale Erdbelastung und halben horizontalen Erddruck (die Maximaldruckspannung wird = 24 kg).

Diese Zugspannungen können in dem ohne Eiseneinlagen auszuführenden Tunnel mit Rücksicht auf den passiven Widerstand der seitlichen Erde zugelassen werden, wenn die Zwischenräume der Steinhinterfüllung mit Zementmörtel ausgefüllt werden.

Bei der obigen Berechnung wurde der Gegendruck des Bodens in der Mitte der vertikal begrenzten seitlichen Lamellen angenommen, weil die vertikale Belastung durch die Seitenwände nach unten wirkt und daher hauptsächlich auf den Seiten der Bodenfuge übertragen wird (eine kleine Aenderung in der Lage des Auflagerdrucks hat auf die Stützlinie im Scheitel keinen wesentlichen Einfluß). Der mittlere Teil des Fundaments ist auch mehr nachgiebig und wird in seiner Lage durch die vertikale Belastung der Bahnbettung und des Bahnverkehrs bestimmt, welche (wie das Eigengewicht der untern Lamellen) infolge des Gegendrucks im mittlern Teil der Bodenfuge aufgehoben wird, so daß sie bei der Berechnung nicht berücksichtigt zu werden braucht.

Die auf S. 72 des Sonderdrucks von 1910 enthaltene Formel für den Rahmen mit zwei Gelenken heißt vollständig:

$$H = \left\{V \cdot G \cdot \frac{z_u \cdot l}{2} - P \sum_a^{\frac{l}{2}} (a \overset{(P)}{-} x) \cdot w \cdot y\right\} : \Sigma w y^2 \left(+ \Sigma \frac{s}{F}\right),$$

und kann der Einfluß von $\Sigma \frac{s}{F}$ durch die Normalkräfte gewöhnlich vernachlässigt werden (s. auch techn. Lexikon von Lueger, Dachstuhl).

Dieselbe kann für beliebig gerichtete Kräfte P mit den Abständen p von den Lamellenmitten oder für vertikale Lasten P mit den Abständen $(a - x)$ verwendet werden.

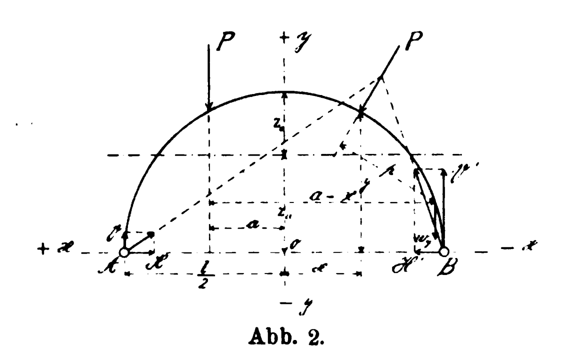


Abb. 2.

Das Koordinatensystem unterscheidet sich hierbei von demjenigen beim eingespannten Rahmen dadurch, daß die horizontale x-Achse desselben durch die zwei Gelenke geht, während die vertikale y-Achse der Symmetrieachse entspricht (bei schiefer Symmetrie bleibt die y-Achse vertikal, und die x-Achse wird auch schief).

Im übrigen ist die Berechnung der Summenausdrücke für H genau dieselbe, und V entspricht dem Auflagerdruck für sämtliche Lasten P, $G = \Sigma w$ ist die Summe der elastischen Gewichte $w = \frac{s}{J}$ (hierbei ist der Elastizitätsmodul E im Nenner weggelassen, weil er für dasselbe Material als konstant angenommen werden kann), z_u ist $= \frac{\Sigma w \cdot y}{\Sigma w}$ = dem Schwerpunktsabstand der elastischen Gewichte w von der x-Achse.

Der Ausdruck $V \cdot G \cdot \frac{z_u \cdot l}{2}$ entspricht daher dem Summenausdruck $P \sum_a^{\frac{l}{2}} (a - x) \cdot w \cdot y$ für den Auflagerdruck V in Beziehung auf das linke Kämpfergelenk A, indem V für P steht, und $z_u \cdot \Sigma w \cdot \frac{l}{2} = \sum_a^{\frac{l}{2}} (a - x) \cdot w \cdot y$ ist (weil bei zwei zur y-Achse symmetrischen Punkten mit gleichem $w_y = w \cdot y$ ihre Resultante bei $\frac{l}{2}$ liegt, und $z_u \cdot \Sigma w = \Sigma w \cdot y$ für den Schwerpunktsabstand z_u von Σw wird).

Der Zweigelenkrahmen kann daher auch durch Lamelleneinteilung (wie das eingespannte Gewölbe) berechnet werden, wenn in den Summenausdrücken nicht nur die Kräfte P, sondern auch der Auflagerdruck V berücksichtigt wird, und zwar ist derselbe mit entgegengesetztem Vorzeichen einzusetzen (es genügt hierbei, den Ausdruck $\frac{V \cdot G \cdot z_u \cdot \frac{l}{2}}{T_x}$ durch Rechnung zu bestimmen), und außerdem gilt $\Sigma w \cdot y^2$ und y für die x-Achse durch die zwei Gelenke. Für den Fall, daß oben zwei oder ein Gelenk vorhanden sind, gilt eine analoge Berechnung (s. S. 72 und 73 des Sonderdrucks von 1910).

Aus dem berechneten H und V ergibt sich nun der Kämpferdruck R und hieraus durch graphische Zusammensetzung der vertikalen und horizontalen Kräfte mit R die Stützlinie des Rahmens. Durch Benutzung der von Weyrauch aufgestellten Formeln für M_x, V_x, H_x, N_x, T_x, R_x und c (s. S. 41 des Sonderdrucks von 1910) können jedoch

auch die einzelnen Fugen mit den Angriffspunkten für N_x $\left(\text{aus } c = \frac{M_x}{N_x}\right)$ direkt berechnet werden.

Sind nach der Bestimmung von H und V aus ihren Einflußlinien die Kernpunktsmomente berechnet worden, so ergibt sich aus der Drehrichtung für ein $\left\{\begin{matrix}\text{pos.}\\ \text{neg.}\end{matrix}\right. Mk_0$ unten $\left\{\begin{matrix}\text{Zug}\\ \text{Druck}\end{matrix}\right.$ und für ein $\left\{\begin{matrix}\text{pos.}\\ \text{neg.}\end{matrix}\right. Mk_u$ oben $\left\{\begin{matrix}\text{Druck}\\ \text{Zug,}\end{matrix}\right.$ weil die Drehrichtung der Momente Mk_u^0 in Beziehung auf die Kernpunkte entgegengesetzt derjenigen für die Zug- oder Druckspannungen ist, welche aus $\sigma_0^u = \frac{Mk_u^0}{W}$ zu berechnen sind.

Die allgemeine Anwendbarkeit der von mir näher ausgeführten Berechnungsweise für den Rahmen ohne und mit Gelenken geht auch aus den nebengezeichneten drei

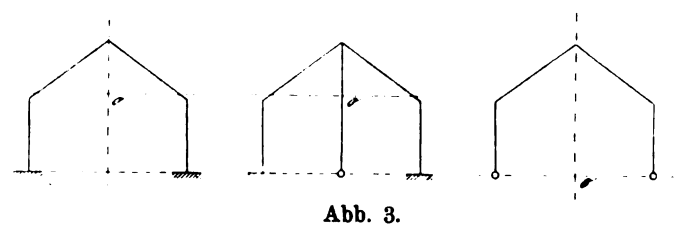


Abb. 3.

Fällen für den Rahmen eines Lokomotivschuppens hervor, wobei wegen der geraden Stäbe des Rahmens die Berechnung nach den Formeln von Müller-Breslau einfacher ist.

Denn man hat außer dem Koordinatenursprung o mit dem Abstand $z_0 = \frac{\Sigma w y'}{\Sigma w}$ nur noch die Ausdrücke:

$$X = H = \frac{S_x}{T_x},\ Y = V = \frac{S_y}{T_y},\ Z = M = \frac{\Sigma F_0'}{G}$$

zu bestimmen, wo

$$S_x = \Sigma \frac{F_0}{J} \cdot y_s,\ S_y = \Sigma \frac{F_0}{J} \cdot x_s \text{ und } \Sigma F_0' = \Sigma \frac{F_0}{J}$$

ist und T_x sowie T_y den Trägheitsmomenten

$$\int y^2 \frac{ds}{J} \text{ und } \int x^2 \frac{ds}{J}$$

entsprechen. Die letztern ergeben sich (s. S. 57 des Sonderdrucks von 1910) aus

$$T_x = \Sigma \frac{1}{3} w \left(y_1^2 + y_1 \cdot y_2 + y_2^2\right) \text{ und}$$

$$T_y = \Sigma \frac{1}{3} w \left(x_1^2 + x_1 \cdot x_2 + x_2^2\right),$$

und es sind y_1, y_2 sowie x_1, x_2 die Endordinaten und -abscissen der Stäbe mit $w = \frac{s}{J}$, und dieselben werden mit ihren Vorzeichen eingesetzt. Wird T_x für die nächste horizontale Verbindungslinie von zwei Ecken des Rahmens berechnet, so ergibt sich das T_x' für den Schwerpunkt o aus $T_x' = T_x - y^2 \cdot \Sigma w$ (wo y die Ordinate der Ecken ist). Der Wert von T_x' für den Zweigelenkrahmen ist in Beziehung auf die veränderte x-Achse durch die zwei Gelenke zu berechnen, wobei $T_x' = T_x + z_u^2\, \Sigma w$ wird (T_x' kann auch direkt aus den Ordinaten y berechnet werden).

Die Ausdrücke

$$\int \frac{M_0 \cdot y\, ds}{J} = \frac{F_0 \cdot y_s}{J} \text{ und } \int \frac{M_0 \cdot x\, ds}{J} = \frac{F_0 \cdot x_s}{J}$$

(s. S. 58 des Sonderdrucks von 1910) sind so zu berechnen, daß die Momentenfläche F_0 der Momente M_0 für die linksseitigen Kräfte immer senkrecht zur Stabrichtung s anzunehmen ist, weil ds der schiefen Länge entspricht und $dF_0 = M_0 \cdot ds$ das Rechteck für M_0 senkrecht zu ds darstellt. Wird daher die Momentenfläche der Einfachheit halber in vertikaler (oder auch horizontaler) Richtung aufgetragen, so muß die vertikale (oder horizontale) Momentenfläche F_0 mit der schiefen Länge s berechnet werden, oder es ist $\frac{F_0}{\cos\alpha}$ $\left(\text{bzw. } \frac{F_0}{\sin\alpha}\right)$ in die Summenausdrücke einzusetzen, wo α dem Neigungswinkel für s entspricht.

Die nach obigem auszuführende Berechnung der in Abb. 3 gezeichneten Rahmen ergibt nun verschiedene Momente und Dimensionen, je nachdem sie an den Enden eingespannt, aber außerdem mit einer mittlern Säule oder mit zwei Gelenken versehen sind. Das Verhältnis des Trägheitsmoments J in den Ständern und den obern Balken kann angenähert $= 1:1$ angenommen werden (im obigen Fall ergab sich das Verhältnis $5:4$), indem es beim eingespannten Rahmen günstiger ist, wenn für den Winddruck die Ständer stärker und die Balken schwächer sind, und für die vertikale Belastung das Entgegengesetzte der Fall ist. Da die Eisenbetonplatte des Daches durch Winddruck auch auf Zug beansprucht wird, so kann dieselbe bei der Berechnung von J unberücksichtigt bleiben.

Der Winddruck wurde mit $p \cdot \sin^2(\alpha + 10) = 78\ ^{\text{kg}}/_{\text{qm}}$ Dachfläche (für $p = 150\ ^{\text{kg}}$) berechnet und gilt derselbe Wert auch für das qm Grundriß und Aufriß, und als vertikale Schneelast ist $75 \cdot \cos\alpha = 61\ ^{\text{kg}}/_{\text{qm}}$ Dachfläche angenommen worden, so daß bei ungünstigster Belastung mit ganzem Winddruck und halber Schneelast $110\ ^{\text{kg}}/_{\text{qm}}$ erhalten wurden, wozu noch der horizontale Winddruck mit $78\ ^{\text{kg}}/_{\text{qm}}$ oben und $150\ ^{\text{kg}}/_{\text{qm}}$ unten kommt.

Die Berechnung des eingespannten Rahmens nach der von mir veröffentlichten Berechnungsweise (durch Lamelleneinteilung nach der Methode von Professor Mörsch) hat aber dasselbe Resultat ergeben wie die Berechnung als

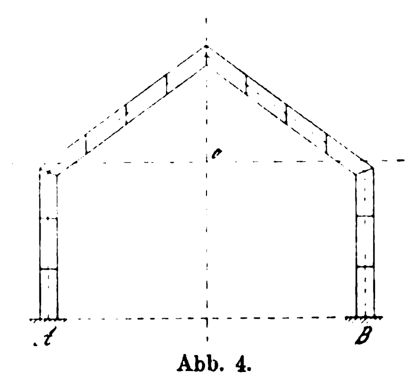


Abb. 4.

Stabzug mit festen Ecken (nach der von mir gleichfalls angewendeten Methode von Professor Dr. Müller-Breslau), indem dieselben Werte für $H = X$, $V = Y$ und $M = Z$ erhalten wurden, und zwar nicht nur für die vertikale, sondern auch für die horizontale Belastung.

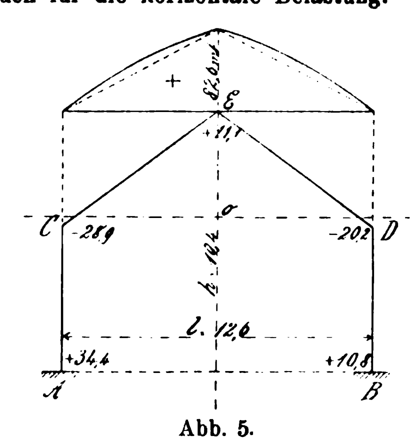


Abb. 5.

Bei geraden Stäben ist jedoch die letztere Berechnungsweise einfacher, und für die vertikale Belastung erhält man eine einfachere Momentenfläche (s. Abb. 4), wenn bei B ein festes und bei A ein bewegliches Auflager angenommen wird, so daß die Momentenfläche in vertikaler

Richtung mit Berücksichtigung des Auflagerdrucks A zu bestimmen ist. Die aus obigen Formeln erhaltenen Werte von X, Y und Z gelten dann für die Mitwirkung des vertikalen Auflagerdrucks A, und wenn ihre Größe mit den auch (nach obigen Formeln) berechneten H, V und M verglichen werden soll, so ist zu dem erhaltenen Y noch A und zu Z noch $A \cdot \frac{l}{2}$ zu addieren, und es ergeben sich alsdann dieselben Werte wie für die Annahme eines frei beweglichen Endes bei A.

In der Formel $M_x = M + M_0 - H \cdot y - V \cdot x$ (zur Berechnung der Biegungsmomente für die einzelnen Fugen) gilt bei Einsetzung der Werte von $X = H$ und $Y = V$ für das bewegliche Auflager das positive Biegungsmoment M_0 mit Auflagerdruck, während bei Einsetzung von $X = H$ und $Y = V$ für das frei bewegliche Ende das negative Biegungsmoment M_0 ohne Auflagerdruck gilt, und es ergeben sich alsdann in beiden Fällen dieselben Werte für M_x, wenn sämtliche Größen mit ihren Vorzeichen eingesetzt werden.

Bei der horizontalen Belastung ist es günstiger, wenn bei rechtswirkendem Winddruck A als frei bewegliches Ende angenommen wird, weil man alsdann eine einfachere Momentenfläche erhält. Will man den Gegendruck $A = \frac{M_w}{l}$

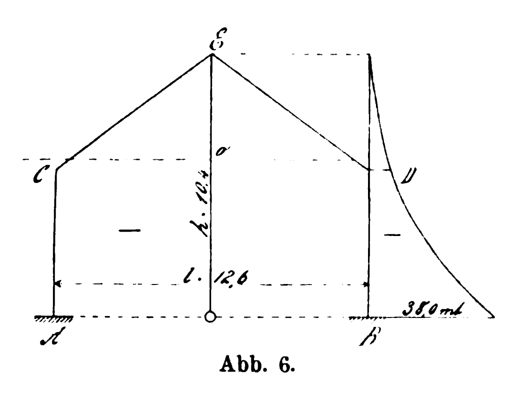


Abb. 6.

berücksichtigen, so ergibt sich als Momentenfläche des letztern ein rechtwinkliges Dreieck über l, dessen Ordinate bei $B = M_w$ ist, und außerdem noch ein Rechteck mit konstanter Ordinate M_w über BD.

Die letztere Berechnung für den Gegendruck ist jedoch überflüssig, da mit dem X, Y und Z für die rechtsseitige Momentenfläche (s. Abb. 6) und dem zugehörigen negativen M_0 schon die richtigen Werte für M_x erhalten werden, und bei Hinzurechnung der Momentenfläche für A sich nur Y, Z und M_0 ändern, und hieraus dieselben Werte für M_x entstehen.

Die Annahme einer Mittelsäule ergibt bedeutend kleinere Momentenflächen, indem die Momentenfläche des Gegendrucks von derjenigen der Gesamtbelastung für das Eigengewicht, die halbe Schneelast und den vertikalen Winddruck abgeht (vgl. die gestrichelten Linien in Abb. 5).

Bei der vertikalen Aufzeichnung der Momentenflächen sind die den einzelnen Stäben entsprechenden Werte von F_0 für die schiefe Länge s zu bestimmen oder mit $\frac{1}{\cos\alpha}$ zu multiplizieren $\left(\text{bzw. für die horizontalen Momentenflächen mit } \frac{1}{\sin\alpha}\right)$.

Die mittlere Säule hat den Auflagerdruck des mittlern Teils zu tragen, so daß die Parabeln F_0 über den Dachseiten erhalten werden, und hieraus X, Y und Z zu berechnen ist. Zur Vergleichung des eingespannten Rahmens ohne Säulen und mit Säulen sind die Momente M_a, M_b, M_c, M_d und M_e in den Ecken eingeschrieben, und zwar für die ganze vertikale und horizontale Belastung, und es geht hieraus die wesentlich günstigere Gestaltung des Rahmens mit einer Mittelsäule hervor.

Der Auflagerdruck derselben ist hierbei diskontinuierlich berechnet worden, indem man dadurch ein richtigeres Resultat als für die kontinuierliche Berechnung erhält (schon wegen der teilweisen Einspannung der verbundenen Teile) und bei der Berechnung der Momente für den

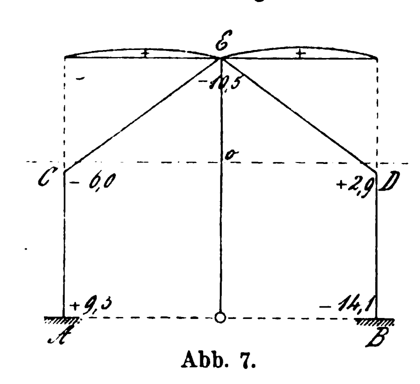


Abb. 7.

horizontalen Winddruck braucht die Mittelsäule nicht berücksichtigt zu werden, weil der vertikale Druck und Zug für beide Hälften gleich groß wird und sich dadurch aufhebt.

Dies hat sich bei der Berechnung des nebengezeichneten eisernen Rahmens für einen Güterschuppen gezeigt, welcher für die vier Belastungen des Eigengewichts, der Schneelast, des vertikalen und des horizontalen Winddrucks besonders berechnet wurde, und zwar mit einem konstanten $J = 1$ in obigen Formeln. Die Berechnung des Rahmens erfolgte sowohl für den an den Enden eingespannten

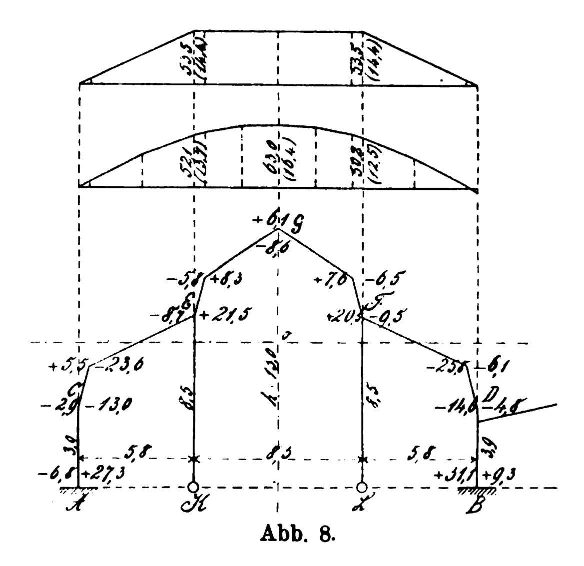


Abb. 8.

Rahmen als für den Zweigelenkrahmen ohne und mit Säulen, und bei der Berücksichtigung der letztern wurden die Momentenflächen F_0 der Gegendrücke (das Trapez) von denjenigen ohne ihre Mitwirkung (angenähert eine Parabel) abgezogen.

Der Zweigelenkrahmen mit Mittelsäulen wurde auch nach der Methode von Müller-Breslau als dreifach statisch unbestimmtes System berechnet, indem für den Rahmen mit festen Ecken Gelenke bei A, B, E, F, K und L angenommen worden sind. Diese Berechnung wurde nun auch nach obigen Formeln für X, Y und Z mit der diskontinuierlichen und kontinuierlichen Auflagerung des Rahmens bei E und F ausgeführt (letztere auch mit Berücksichtigung der Außenkräfte des Rahmens bei der Bestimmung der Auflagerdrücke in A, E, F und B aus den Momenten der Stützpunkte vermittels der Clapeyronschen Gleichung und der Formeln von Professor Dr. Weyrauch, s. S. 55 und 77 des Sonderdrucks von 1910)

und ebenso mit den in der obigen Berechnung für das dreifach statisch unbestimmte System erhaltenen Stützendrücken, so daß die Resultate der drei verschiedenen Berechnungen verglichen werden konnten.

Die Berechnung des an den Enden eingespannten Rahmens wurde für das Eigengewicht und den Schneedruck (s. die parabelförmige Momentenfläche F_0 in Abb. 8) und für den vertikalen Winddruck (s. Abb. 9) besonders durchgeführt, und die Summenausdrücke

$$X = \frac{\Sigma F_0' \cdot y_s}{T_x},\ Y = \frac{\Sigma F_0' \cdot x_s}{T_y},\ Z = \frac{\Sigma F_0'}{G}$$

für die einzelnen Trapeze F_0 (welche durch die gestrichelten Linien angedeutet sind) mit den schiefen Stablängen berechnet, und die horizontalen Schwerpunktsabstände e derselben sowie die vertikalen Abstände y' des Rahmens (in diesen Schwerlinien) vom Scheitel und hieraus $y_s = z_0 - y'$ $\left(\text{wo } z_0 = \frac{\Sigma w \cdot y'}{\Sigma w} = 5{,}76^{\text{ m}} \text{ ist}\right)$ und x_s bestimmt und in die Formeln für X, Y und Z eingesetzt. Bei der Berechnung des Zweigelenkrahmens kommen dieselben Momentenflächen in Betracht sowie dieselben Werte für F_0, e und y', und es ist nur $y_s = h - y'$ (h = Gesamthöhe in der Mitte = 13 m) und T_x ist für die x-Achse durch die Gelenke zu berechnen.

Mit dieser Berechnung des eingespannten bzw. des Zweigelenkrahmens (in welcher die vertikalen Lasten nach dem Hebelgesetz auf die Stützpunkte A und B übertragen wurden) ist nun die Berechnung der Gegendrücke an den Mittelstützen zu verbinden. Die Bestimmung der Trapeze (bzw. Trapezoide) für die Momentenflächen der Gegendrücke ergibt sich aus der Differenz der Auflagerdrücke ohne und mit Mittelstützen in A und B, so daß jetzt für diese Differenz $A' + B' = K + L$ wird (bei diskontinuierlicher Berechnung der mittlern Stützendrücke und symmetrischer Belastung ist $A' = K$ und $B' = L$, und man erhält ein Trapez als Momentenfläche), und die Momente bei E und F sind dann $= 5{,}8 \cdot A'$ und $= 5{,}8 \cdot B'$.

Für diese Momentenflächen sind wieder die Werte von X, Y und Z aus den Flächen F_0 (mit ihren gestrichelten Teilen) sowie e, y', y_s und x_s zu berechnen, und zwar für das Eigengewicht, die Schneebelastung (s. die eingeklammerten Zahlen in Abb. 8) und den vertikalen Winddruck, so daß man hieraus die Differenz beider Berechnungen erhält, und die Werte von $H = X$, $V = Y$ und $M = Z$ bestimmt sind.

Durch die Vergleichung der drei Berechnungen für den Zweigelenkrahmen mit diskontinuierlichen, kontinuierlichen und genauen Stützendrücken für das dreifach statisch unbestimmte System hat es sich nun gezeigt, daß die Berechnung des Zweigelenkrahmens nach obigen Formeln mit der veränderten x-Achse genau richtig ist, indem bei Abzug der Momentenfläche für die genauen Stützendrücke von derjenigen ohne Mittelstützen für Eigengewicht $H = + 0{,}203^{\text{t}}$ statt $+ 0{,}205^{\text{t}}$ und für Schneebelastung $H = - 0{,}045^{\text{t}}$ statt $- 0{,}046^{\text{t}}$ erhalten wurde. Nach Ausrechnung der Momente M_x zeigte es sich ferner, daß die diskontinuierliche Berechnung, für welche die Belastung nach dem Hebelgesetz auf die einzelnen Stützen verteilt wird (bei den Stützen A und B werden hierbei die äußern Kräfte der Vordächer des Rahmens allein berücksichtigt) sehr gut mit der genauen Berechnung übereinstimmt, während die kontinuierliche Berechnung ziemlich stark abweicht, so daß (besonders auch mit Rücksicht auf die teilweise Einspannung der einzelnen Teile) die erstere Berechnung richtigere Werte ergibt.

Da bei dem Zweigelenkrahmen dieselben Momentenflächen gelten wie für den eingespannten Rahmen, und nur die veränderte x-Achse (für T_x und y_s) zu berücksichtigen ist, so lassen sich die Resultate beider Berechnungen für die Momente M_x leicht vergleichen, und ist dies auch in den Abb. 8 und 9 durch Einschreiben derselben an den Ecken des Rahmens geschehen. Die innern Zahlen gelten für den eingespannten Rahmen in Abb. 8 und den Zweigelenkrahmen in Abb. 9 ohne Mittelstützen, und die äußern Zahlen gelten für dieselben mit diskontinuierlichen Stützen, und über letztern stehen in

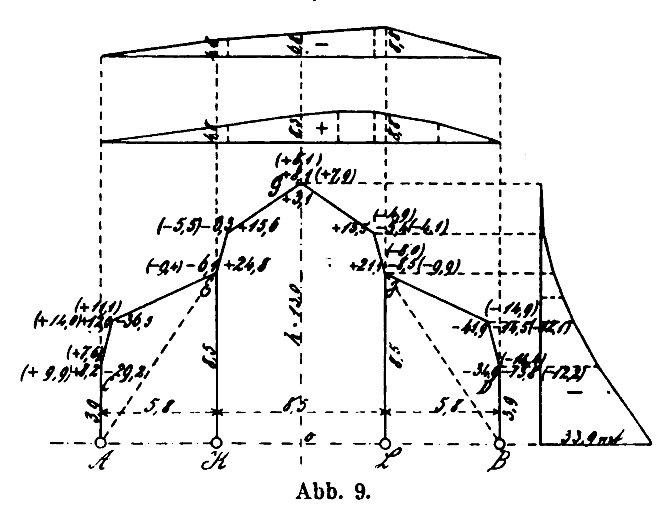


Abb. 9.

Klammern die Maximalwerte der negativen und positiven M_x (auf beiden Seiten) für die genaue Berechnung und neben denselben (auch in Klammern) diejenigen für die kontinuierliche Berechnung.

Die Berechnung des horizontalen Winddrucks wurde zunächst ohne Berücksichtigung der Mittelsäulen durchgeführt, und da sich in dem obern Teil des Rahmens für die Gesamtbelastung starke Abweichungen von der genauen Berechnung ergaben, so wurde das folgende Verfahren angewendet. Die aus dem Moment M_w berechnete Kraft H wurde auf die beiden äußern Teile des Rahmens verteilt, indem das gestrichelte Trapez $AEFB$ (in Abb. 9) an die Stelle des ganzen Rahmens gesetzt und in E und F je $\frac{H}{2}$ als Horizontalkraft angenommen wurde. Hierdurch entsteht in den beiden stützenden Dreiecken (bei Annahme von zwei Rechtecken würden sich dieselben vertikalen Kräfte ergeben) nach Abb. 10 rechts Druck in der rechten

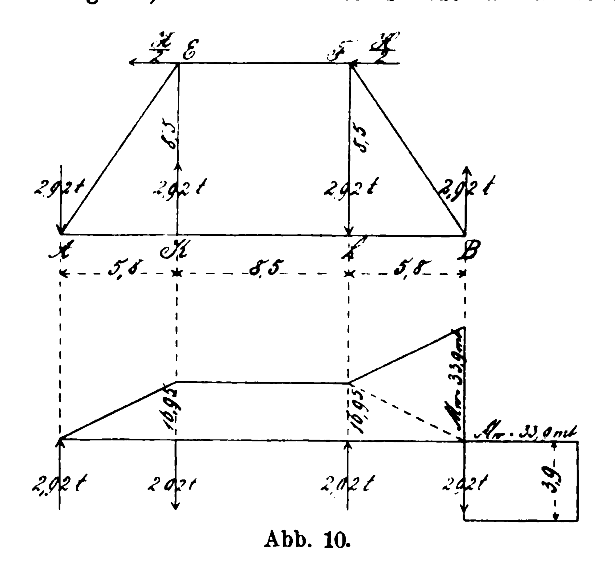


Abb. 10.

Säule und links Zug in der linken Säule, welche beide aus $V = \frac{M_w}{2 \cdot 5{,}8} = 2{,}92^{\text{t}}$ hervorgehen und die nebengezeichnete Momentenfläche ergeben. Es kann nun die in Abb. 9 gezeichnete Momentenfläche des horizontalen Winddrucks und die in Abb. 10 enthaltene Momentenfläche der Gegendrücke für sich berechnet werden, und es sind alsdann

beim eingespannten Rahmen beide Resultate für H, V und M zu summieren (die Gegendrücke bewirken ein $H = 0$, während V und M aus beiden Berechnungen hervorgehen).

Die Momente M_x können jedoch auch für beide Momentenflächen getrennt berechnet werden, und ist M_0 für die horizontalen Kräfte gleich den Ordinaten der negativen Momentenfläche in Abb. 9 und für die vertikalen Kräfte gleich den Ordinaten der positiven Momentenfläche in Abb. 10, und im erstern Fall ist der Gegendruck bei A nicht berücksichtigt worden, während er im letztern Fall mitgerechnet wurde, und sind alle erhaltenen Werte von H, V, M sowie M_0, x und y mit ihren Vorzeichen einzusetzen (M erhält immer das entgegengesetzte Vorzeichen von $\Sigma F_0'$).

Für den Rahmen in Abb. 7 fallen die Mittelstützen zusammen, so daß die Beanspruchung der Mittelsäule durch den horizontalen Winddruck gleich 0 wird (die Druck- und Zugkraft hebt sich gegenseitig auf), und dieselbe für die Berechnung daher nicht in Betracht kommt.

Zur Berechnung der Momente an den Ecken gilt nun für den eingespannten Rahmen die Formel $M_x = M + M_0 - H \cdot y - V \cdot x$, und die ungünstigsten Werte ergeben sich aus der Zusammensetzung von Eigengewicht, halber Schneelast und ganzem Winddruck bzw. ganzer Schneelast und halbem Winddruck (gewöhnlich gibt das erstere die Maximalwerte). Hierbei sind die erhaltenen Werte von H, V und M einzusetzen, und in M_0 ist bei Annahme eines beweglichen Auflagers in A der Auflagerdruck zu berücksichtigen (was schon durch die aufgezeichnete Momentenfläche geschehen ist). Für die Annahme eines frei beweglichen Endes in A ist dagegen M_0 ohne Auflagerdruck (bzw. Gegendruck für die Horizontalkräfte) zu berechnen, und dasselbe erhält ein negatives Vorzeichen.

Beim Zweigelenkrahmen ergibt sich M_x aus dem berechneten Horizontalschub und dem Auflagerdruck A (bzw. auch den Gegendrücken der Mittelsäulen) und der vertikalen sowie horizontalen Belastung. Beim Rahmen ohne Mittelstützen ist alsdann der Gegendruck $\frac{M_w}{l} = 1{,}685^t$ für die horizontalen Kräfte zu berücksichtigen, und beim Rahmen mit Stützen sind die Gegendrücke $= \frac{M_w}{2 \cdot 5{,}8} = 2{,}92^t$ einzusetzen. Will man die Stützlinie aufzeichnen, so sind beim eingespannten Rahmen die Werte von x_r, y_r, r und R zur Bestimmung des Kämpferdrucks wie oben zu berechnen (s. die Tunnelberechnung), und beim Zweigelenkrahmen ergibt sich der letztere aus H und V im Kämpfer, und hiermit ist nun die Gesamtbelastung (bzw. auch mit den Gegendrücken bei Mittelstützen) zusammenzusetzen.

Aus der für einen halbkugelförmigen Wasserbehälter durchgeführten Berechnung (s. S. 90 des Sonderdrucks von 1910) geht hervor, daß die positiven Biegungsmomente M_x oben (außen) Druck und unten (innen) Zug und die negativen Biegungsmomente oben (außen) Zug und unten (innen) Druck hervorrufen, so daß die Spannungen im Rahmen genau bestimmt werden können.

Die Größe der Spannungen nebst der Stützlinie ergibt sich aber auch aus den Formeln von Professor Dr. Weyrauch (s. S. 87 des Sonderdrucks von 1910):

$$H_x = H - \sum^x H,$$
$$V_x = V - \sum^x P,$$
$$N_x = V_x \cdot \sin\varphi + H_x \cdot \cos\varphi,$$
$$T_x = V_x \cdot \cos\varphi - H_x \cdot \sin\varphi,$$
$$R_x = \sqrt{H_x^2 + V_x^2} = \sqrt{N_x^2 + T_x^2},$$
$$c = \frac{M_x}{N_x} \quad \text{und} \quad \sigma_u^0 = \frac{1}{b \cdot h}\left(N_x \pm \frac{6 M_x}{h}\right).$$

Die Abstände c der Stützlinie in der Fugenrichtung sind für dasselbe Vorzeichen von M_x und N_x positiv und sind dann von der Fugenmitte aus nach oben (außen) aufzutragen und im entgegengesetzten Fall negativ und nach unten (innen) aufzutragen (s. S. 41, 90).

Aus den in Abb. 8 und 9 eingeschriebenen Zahlen für M_x ergibt sich nun, daß die Beanspruchung des Zweigelenkrahmens ohne Mittelstützen wesentlich ungünstiger ist als diejenige des eingespannten Rahmens ohne Mittelstützen.

Die Momente des eingespannten Rahmens mit Mittelstützen sind dagegen im obern Teil größer als diejenigen des Zweigelenkrahmens mit Mittelstützen, während die teuren Gelenke wegfallen, aber die Einspannung ein stärkeres Fundament erfordert.

Die äußern Teile des Rahmens könnten auch als eingespannte Rahmen mit festen Ecken ausgeführt werden (s. das Beispiel des Lokomotivschuppens auf S. 64 des Sonderdrucks von 1910), und in diesem Fall kann der durch die mittlere Verbindung übertragene Winddruck zur Hälfte für beide Teile gerechnet werden. Der mittlere Teil würde dann einen eingespannten Rahmen für sich bilden, und seine vertikalen und horizontalen Kräfte werden bei E und F auf die äußern Teile übertragen (derselbe wird auch mit zwei Gelenken ausgeführt).

Die Berechnung für obige Fälle ist jedoch wesentlich einfacher, wenn die untere Einspannung der Mittelsäulen nicht angenommen wird und diese nur die vertikale Belastung des mittlern Teils zu übertragen haben und für dieselbe auch auf Knickung zu berechnen sind.

Stuttgart, im September 1910.

Dr.-Ing. Heinrich Pilgrim.

Apparat zur Erläuterung der Knickfestigkeit.

Von Professor Dr.-Ing. Michel (Hannover).

Es wird neuerdings mit Recht immer mehr Wert darauf gelegt, daß im technischen Hochschulunterricht das theoretisch Vorgetragene durch Vorführungen und Versuche anschaulich gemacht wird. So ist z. B. in der Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing., Jahrg. 1910, S. 1301 u. f., eine ganze Anzahl von Apparaten beschrieben, die einzelne Gebiete der technischen Mechanik zu erläutern bestimmt sind. In gleichem Sinne hat der Verfasser dieses u. a. einen Apparat zur Darstellung der Knickfestigkeit anfertigen lassen, um im Anschluß an die üblichen Berechnungsweisen zu zeigen, in welchem hohen Maße die Tragfähigkeit eines Stabs je nach der Art seiner Befestigung, d. h. je nachdem seine Enden eingespannt oder lose geführt sind, wechselt, und wie sehr die Tragfähigkeit andererseits von der Länge des Stabs abhängig ist.

Der Apparat besteht aus einer schweren gußeisernen Grundplatte a (Abb. 1 und 2), in welche eine starke schmiedeeiserne Säule b eingeschraubt ist. Die letztere trägt an ihrem obern Ende ein konsolartiges Gußstück c, an welchem eine aus vier Säulen gebildete Schienenbahn d für ein Belastungswägelchen e angebracht ist. Auf der Grundplatte ist außerdem eine Einsteckplatte f für solche Stäbe angebracht, die nur an ihrem untern Ende eingespannt werden sollen.

An der Säule befindet sich ein verstellbares Gegenlager g, das in zwei verschiedene Höhen festgeschraubt

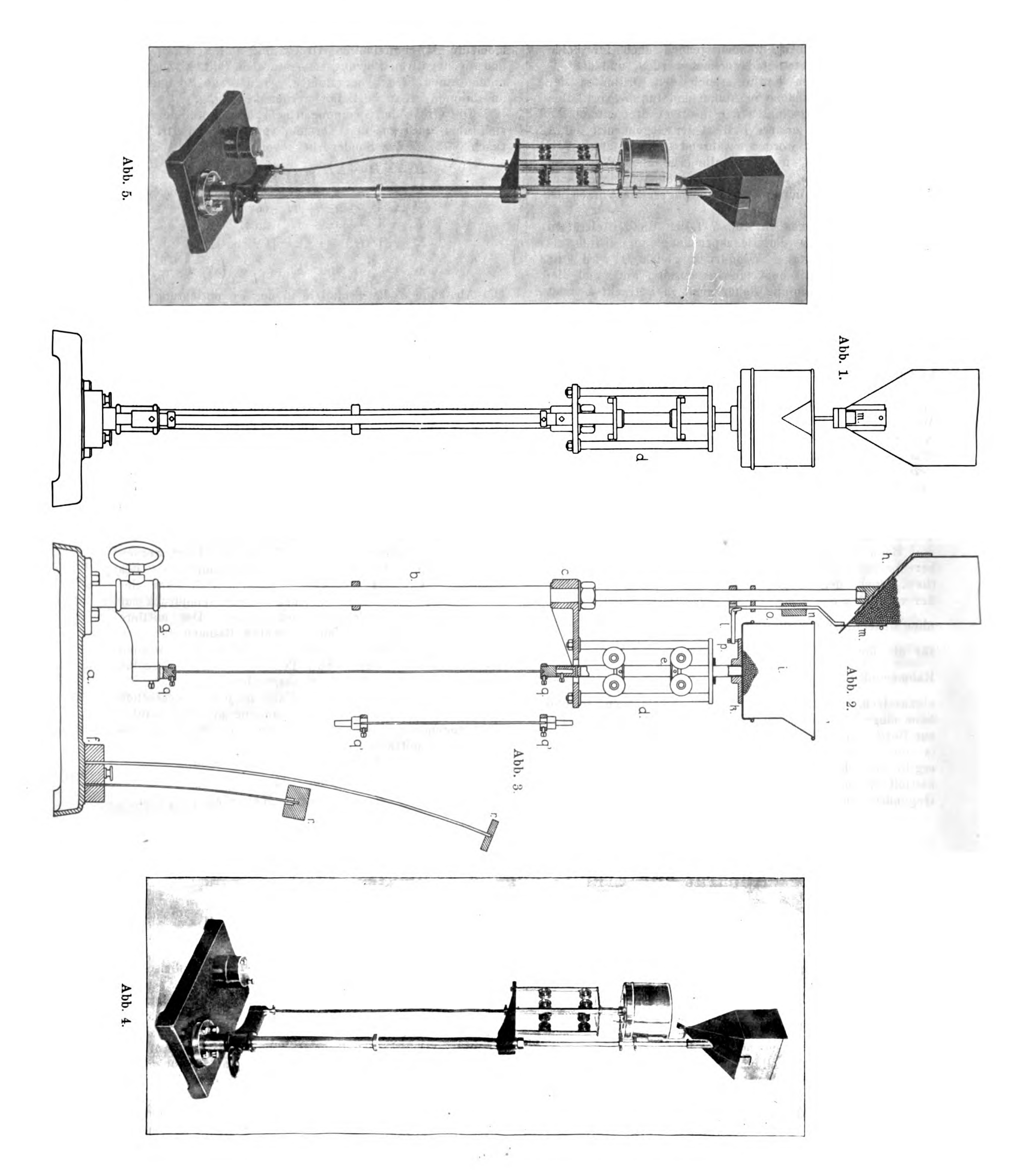


Abb. 5.

Abb. 1.

Abb. 2.

Abb. 3.

Abb. 4.

werden kann, also zwei verschiedene Stablängen zu unterstützen gestattet, wie ein Vergleich der Abb. 2 und 3 zeigt.

Am obern Ende der Säule ist eine Vorrichtung für Schrotzulauf h angebracht, und zwar so, daß die Ausflußöffnung sich selbsttätig schließt, sobald sich das Belastungswägelchen bei der Ausbiegung des untersuchten Stabs um ein bestimmtes Maß gesenkt hat.

Dieser Vorgang vollzieht sich folgendermaßen:

Unter die das Schrotgefäß i tragende Belastungspfanne k streckt sich ein Hebel l, der an seinem andern, kurzen Ende einen am Schrotschieber m befestigten und mit Belastungsgewicht n versehenen, unten entsprechend eingekerbten Stützstab o trägt. Der Hebel l wird mittels eines Schräubchens p passend eingestellt.

Sinkt nun die Belastungspfanne k unter dem Gewicht der sich langsam füllenden Schrotschale i, so wird der Hebel l entsprechend heruntergedrückt, bis schließlich sein kurzes Ende aus der Kerbe des Stützstabs o heraustritt. Letzterer verliert seinen Halt, zieht durch sein Eigengewicht, unterstützt durch das Gewicht n, den Schrotschieber m herab und verschließt damit die Oeffnung des Schrotzulaufs. Nun wird die Schrotschale abgenommen und gewogen, das Gewicht des Belastungswägelchens nebst Pfanne (1350^{g}) wird dazu addiert und man hat damit die Kraft gemessen, welche imstande war, den Stab auszuknicken.

Eine Verschlußvorrichtung dieser Art war an den ältern Zugfestigkeitsapparaten für Zementproben üblich.

Für Vorführungen hat es sich am praktischsten erwiesen, den Stäben eine bandartige Gestalt von breitrechteckigem Querschnitt zu geben, weil es dann besser als bei dünnen Quadrat- oder Rundstäben möglich ist, die Stabausbiegungen auf größere Entfernungen hin deutlich erkennen zu lassen, und weil man von vornherein die Richtung der zu erwartenden Ausbiegung kennt, also die Stellung des Apparats so wählen kann, wie sie am vorteilhaftesten für die Zuhörer ist.

Die Stabenden können entweder nach Abb. 2 geführt oder nach Abb. 3 fest eingespannt werden, wofür dem Apparat entsprechende Einsätze q und q' beigegeben sind.

Die Abb. 4 und 5 zeigen den Apparat vor und nach dem Ausknicken eines beiderseits eingespannten Stabs.

Zur Vorführung eines mittels der Einsteckplatte f unten eingespannten und oben völlig frei beweglichen Stabs dienen geeignet bemessene Aufsteckgewichte. Auf alle Fälle ist die Einsteckplatte auch zur Aufnahme eines Holzstabs von quadratischem Querschnitt eingerichtet. Auch hierfür sind entsprechende Aufsteckgewichte vorgesehen.

Der Apparat ist von der bekannten Präzisions-Werkstatt Max Kohl, A.-G., in Chemnitz i. S. angefertigt.

Schräge Stellung von Gebäuden.

Von Geh. Baurat Wilcke in Meseritz.

Nicht selten tritt der Fall ein, daß aus Platzmangel oder der vorhandenen Beleuchtung wegen die rechtwinklige Lage von Gebäuden in bezug auf die vorbeiführende Straße unzweckmäßig ist; es bleibt dann nur die schräge Anordnung übrig, wie sie beispielsweise in einigen Orten von Lippe-Detmold, besonders in Salzuffeln, mit Vorteil angewendet ist.

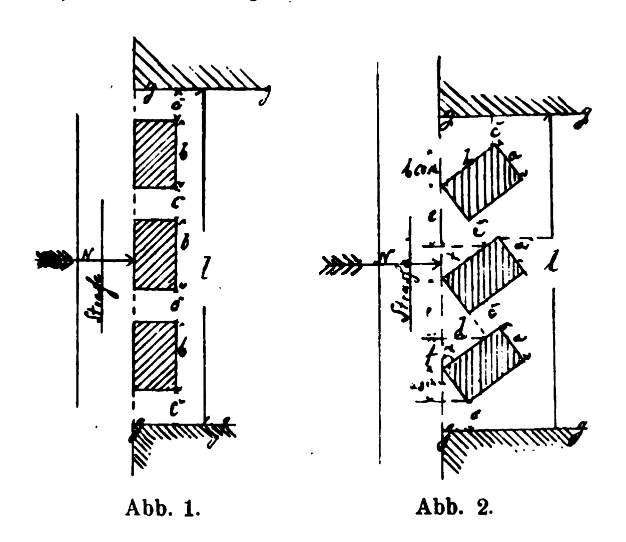


Abb. 1. Abb. 2.

Sind z. B. nach Abb. 1 drei Gebäude mit den Längen $b = 15^{m}$ anzuordnen, so wird, wenn die gegenseitigen Abstände sowie die Entfernungen von den Grenzlinien (gg) $c = 5^{m}$ betragen, die Länge:

1) $l = 3b + 4c = 45 + 20 = 65^{m}$.

Entsprechend der dargestellten Himmelsrichtung erhält aber die Vorderseite nur Süd-, die Rückseite nur von Norden kommendes Licht. Diese Beleuchtung ist ungünstig. Bei der in Abb. 2 angegebenen Lage wird dagegen jede Gebäudeseite von der Sonne beschienen, so daß in jeden Raum Sonnenstrahlen dringen können. Für die Stadt entsteht dadurch ein sehr wirkungsvolles Bild, während die einzelnen Gebäude einen guten Ueberblick die Straßen entlang gewähren.

Ist die Gebäudetiefe $a = 8^{m}$, so folgt für die Länge:

2) $l = 2c + a \sin\alpha + b \cos\alpha + 2(e + f)$.

Für $e = (a + c) \sin\alpha$ und $d = (a + c) \cos\alpha$ sowie

$$f = \frac{d}{\operatorname{tang}\alpha} = \frac{(a + c)\cos\alpha^2}{\sin\alpha}$$ folgt

$$l = 2c + a \sin\alpha + b \cos\alpha + 2(a + c)\left(\sin\alpha + \frac{\cos\alpha^2}{\sin\alpha}\right)$$

oder

3) $$l = 2c + a \sin\alpha + b \cos\alpha + 2\,\frac{a + c}{\sin\alpha}.$$

Für $\alpha = 50^{0}$ entsteht:

$l = 10 + 6{,}128 + 9{,}645 + 33{,}943 = 59{,}716^{m}$

(gegen 65^{m} nach Gl. 1).

Mit wachsendem α nimmt der Abstand l ab, und für $\alpha = 90^{0}$ ergibt sich:

$l = 2c + a + 2(a + c) = 3a + 4c = 44^{m}$.

Der kleinste noch zulässige Wert für α ergibt sich nach Abb. 3:

4) $d = (a + c)\cos\alpha = b \sin\alpha$;

$$\operatorname{tang}\alpha = \frac{d + c}{b};$$

$\alpha = 40^{0}\ 55'$.

Es wird aber nach Gl. 3):

$l = 66{,}242^{m}$.

Der Abstand ist also größer als der durch Gl. 1) gefundene Wert.

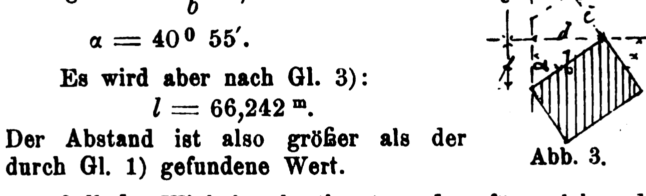


Abb. 3.

Soll der Winkel α bestimmt werden, für welchen die aus Gl. 1) sich ergebende Entfernung $l = 65^{m}$ beträgt, so ist nach Gl. 3):

5) $l - 2c = a \sin \alpha + b \cos \alpha + \frac{2(a + c)}{\sin \alpha} = 55^{m}$.

Werden für $\sin \alpha$ und $\cos \alpha$ ihre Reihen, und zwar je drei Glieder gesetzt, so folgt nach Umformung:

$$6) \begin{cases} 40\alpha - 8\alpha^2 - 0{,}8333\alpha^3 + \frac{8}{3}\alpha^4 - \frac{37}{24}\alpha^5 - \\ - \frac{48}{135}\alpha^6 + \frac{35}{48}\alpha^7 + \frac{\alpha^8}{45} - \frac{\alpha^9}{192} - \\ - \frac{\alpha^{10}}{1800} - 26{,}00 = 0. \end{cases}$$

Dient zur Auflösung dieser Gleichung die Newton'sche Näherungsmethode, und wird als Näherungswert $\alpha = 43^0$ eingeführt, so folgt

$(f) = 0{,}210484$ und entsteht für den gleichen Wert $\alpha = 43^0$

$(f_1) = 29{,}00224$,

so daß für den genügend genauen Winkel

$$\alpha = 43^0 - \frac{0{,}210488}{29{,}00224} = 43^0 = 25' = 42^0\ 35'$$

folgt.

Kleine Mitteilungen.

Angelegenheiten des Vereins.

Versammlungsberichte.

Vereinsversammlung am 4. Januar 1911.

Vorsitzender: Herr Hillebrand; Schriftführer: Herr de Jonge.

Anwesend: vier Herren.

Aufgenommen: die Herren Reg.-Baumeister Becker und Reg.-Baumeister Hoffmann.

Es wurde beraten, wie man ein Heben des Besuches der Sitzungen herbeiführen könne, und zu diesem Zwecke festgestellt, eine Anzahl Vorträge festzusetzen, für die schon Herren gewonnen seien, unter andern ein solcher über Luftschiffhallen, den Herr Geheimrat Barkhausen halten wolle, einen über die Stadthalle in Hannover durch die Herren Stadtbauinspektor de Jonge und Aengeneyndt, über die Wasserwerke in Elze der Stadt Hannover durch Herrn Baudirektor Bock, ein Vortrag des Herrn Geheimrats Schleyer über seine neuern Forschungen.

Ferner soll beim Architektenverein in München angefragt werden, welche Mittel er zur Hebung des Vereins angewendet habe.

Vorstandssitzung am 11. Januar 1911.

Anwesend die Herren Schleyer; Barkhausen; de Jonge; Lüer, Lorenz (B. D. A.); Taaks; Haupt; Löhmann, Gayl, Löbner (Bezirksverein Deutscher Ingenieure).

Tagesordnung:

Abänderungsvorschläge für die Gebührenordnung für Ingenieure.

Barkhausen gibt an, daß es sich (1891) als unmöglich herausgestellt hätte, ähnliche Abstufungen zu schaffen, wie bei den Architekten, auch zwischen den beiden Sätzen (800 und 2400 M. der Nr. 44) nicht mehr.

Taaks erläutert, wie verschieden die Verhältnisse z. B. bei Eisenbahnen seien, und daß man gut tue, zunächst eine Bereisung vorzunehmen, dann zu kalkulieren und darauf eine Vereinbarung durch Vertrag zu treffen.

Schleyer hält es für richtig, Grenzen nach oben und unten festzusetzen, dem sich besonders für den Grenzwert nach unten Gayl anschließt, um eine Norm am Gericht zu haben.

Barkhausen erklärt, daß man eben für die einfachsten Aufgaben 800 M. als untere Grenze, 2400 M. für die schwierigste Aufgabe angenommen habe bei der Feststellung der Gebührenordnung.

Taaks betont, wie verschieden die Qualität der Arbeit des Ingenieurs sei. Es empfehle sich, die Arbeiten des Architekten abzutrennen bei der Gebührenberechnung, für Wasserwerke z. B. könne man eine Pauschalsumme als Gebühr annehmen, bei Kleinbahnen Sätze nach Kilometern. Der Ingenieur im Beginn seiner Laufbahn schneide in der Regel mit der Gebühr schlechter ab als später.

Am besten sei immer eine Vereinbarung, da auch die Qualität des Ingenieurs eine Rolle spiele. Solche Fachkollegen, die eine Vereinbarung nicht träfen, brauche man auch vor Gericht nicht zu schützen.

Barkhausen beantragt, festzusetzen, daß man die niedrigsten und höchsten Sätze nur dann annehmen solle, wenn regelmäßige Verhältnisse vorlägen, daß man aber auch darüber und darunter gehen könne. Man solle immer einen Vertrag schließen.

Der § 7 enthalte schon diesen Grundsatz. Man müsse in Nr. 37 ausscheiden die Worte „zwischen diesen Grenzen". Dann solle man zwischen Nr. 16 und 17 einschalten als neue Nummer: „Ueber die Berechnung der zu zahlenden Gebühr ist ein Abkommen mit dem Bauherrn zu treffen" oder man könne auch die letzte Hälfte von Nr. 37 streichen und dem ersten Satze hinzufügen: „Die in besondern Fällen sowohl unter- als auch überschritten werden können."

Lüer meint, man solle nicht die allgemeinen Bestimmungen der Gebührenordnung angreifen.

de Jonge und Barkhausen führen aus, daß, wenn man eine Aenderung der Gebührenordnung vornehme oder eine Ergänzung, daß dann die städtebaulichen und die Verkehrsfragen beachtet werden müßten.

Haupt schlägt vor, unter die Ueberschrift der Gebührenordnung zu setzen: „Ueber die Berechnung der zu zahlenden Gebühr ist vor Beginn der Arbeiten mit dem Bauherrn ein Abkommen zu treffen."

Da gegenüber den frühern Bestimmungeu diejenigen über das geistige Eigentum gestrichen sind, möchte er wieder solche Bestimmungen aufgenommen haben, daß die Pläne dem Architekten verbleiben.

Der Nr. 16 solle man hinzufügen „unbeschadet der Rechte und dem Gesetz über das Urheberrecht und das geistige Eigentum".

Barkhausen gibt noch die Anregung, in Nr. 41 bis 10 Millionen mit der Bausumme hinaufzugehen, die Summe 5000 zu streichen, man sollte mit 10000 M. anfangen, und zwar in Klasse 4 mit 20 (statt 16); bei 400000 M. müsse man auf 4,3, bei 3 Millionen auf 2,8, bei 10 Millionen auf 1,7 kommen.

Es sei ja zu erwägen, ob man diese Frage anschneiden solle, denn ein Bedürfnis dazu liege vor. In Nr. 39 müsse dann 5000 in 10000 geändert werden.

Bauklasse 3 und 4 seien zu verschmelzen, oder Klasse 3 zu reformieren und Klasse 4 fallen zu lassen.

Haupt erwähnte, daß auch die Kunstgewerbler Gebühren aufgestellt hätten, die in der Summe tief heruntergingen. Die Sätze wären natürlich viel höher als bei den Architekten. Man solle den Grundsatz aufstellen, daß die Architekten kunstgewerbliche Sachen nach der Eisenacher Norm berechnen könnten.

Der Verband und die Ausschüsse sollten Stellung dazu nehmen. Eventuell könne man Klasse 5 der Architekten fallen lassen.

Schleyer betont, daß die Innenausstattung der Architekten und Kunstgewerbler doch sehr verschieden sei und auch

Lorenz möchte die Klasse 5 für Architekten beibehalten sehen.

Man stellte fest, daß es erwünscht sei, eine Beziehung zur Eisenacher Norm herzustellen.

Hierfür sei folgende Form vorgeschlagen:

Unter Gruppe V in Nr. 30 sei zuzusetzen: sofern sie zur Ausstattung eines übernommenen Baues gehören. Selbständige kunstgewerbliche Gegenstände sind nach der Eisenacher Norm zu behandeln.

Dem Antrage Barkhausen unter A wurde dann allseitig zugestimmt. Die Sätze in § 9 und 10 bleiben, wie sie waren.

Lorenz führt dann noch aus, wie die Bearbeitung auswärtiger Sachen viel mehr Kosten verursache als solche am Orte. Auch hier müsse man sich durch Vereinbarung sichern.

Der Schluß der Vorstandssitzung ging über in die Sitzung des Architekten- und Ingenieurvereins, die mit der gleichen Tagesordnung angesetzt war.

Vereinsversammlung am 1. Februar 1911.

Vorsitzender: Herr Hillebrand; Schriftführer: Herr de Jonge.

Anwesend die Herren: Schleyer, Unger, Bertschinger, Wendebourg, de Jonge.

Herr Baurat Unger meldet einen Vortrag an über die Akustik des Stadthallenprojekts von Scholer & Bonatz, und zwar möchte er denselben schon am Mittwoch, den 8. halten. Herr de Jonge bemerkte, daß er einen Vortrag über das Stadthallenprojekt bereits angemeldet habe. Es wurde abgestimmt, ob man den Vortrag annehmen solle oder nicht. Drei dafür.

Dann Geschäftliches.

Die Gebührenordnung wurde nochmals beraten in bezug auf die Aenderungen, die in der vorigen Sitzung besprochen wurden. Man schloß sich den dort gemachten Ausführungen an.

Die **Vereinsbibliothek** im Künstlerhause der Stadt Hannover, Sophienstrafse 2 pt., **ist geöffnet Mittwochs und Freitags von 6—8 Uhr** abends. Den auswärtigen Mitgliedern werden die Bücher auf Wunsch zugeschickt.

Berichtigung

zu dem Aufsatz: „Die Wasserkraftanlage La Brillane-Villeneuve“ (Jahrg. 1911, Heft 2, S. 147 dieser Zeitschrift) Der Name des zweiten Verfassers lautet Dipl.-Ing. Albert Haug.

Zeitschriftenschau.

A. Hochbau,

bearbeitet von Reg.-Baumeister Dr.-Ing. Meyer in Hannover.

Kunstgeschichte.

Heimatschutz, Heimatkunst und Baukunst. Abhandlung von Oberlehrer, Reg.-Baumeister a. D. Klaiber in Holzminden. — Mit Abb. (Z. f. d. Baugew. 1910, S. 177.)

Zwei Portale der Jesuitenkirche zu Glogau. Aufnahmen von Stadtbaurat Wagner. (Deutsche Bauz. 1910, S. 507.)

Alt-Prager Architektur-Einzelheiten. Empfehlender Hinweis auf das bei Schroll in Wien erschienene II. Tafelwerk von Dr. Friedr. Kick. — Mit Probe-Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 90.)

Literatur über Dalmatien und seine Kunst. Kunstgeschichtliche Abhandlung. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1910, S. 397.)

Oeffentliche Bauten.

Gebäude für kirchliche Zwecke. Wiederherstellungsarbeiten an der St. Michaeliskirche zu Hildesheim. Architekt Geh. Baurat Prof. Mohrmann in Hannover; Malerei Prof. Schaper in Hannover. Beschreibung der ausgeführten Arbeiten. — Mit 1 Abb. (Deutsche Bauz. 1910, S. 353.)

Neubau der evangel.-reformierten Friedenskirche in Handschuhsheim bei Heidelberg; Arch. Oberbaurat Behaghel. Moderner, kreuzförmiger Grundriß; Konfirmandensaal und Predigerhaus angebaut. Moderne, gotisierende Formen. Baukosten 400 000 M. Geläut 8000 M. (Kirche 1910, S. 404.)

Neue katholische Kirche in Daxlanden; Arch. Reg.-Baumeister Schroth. 1300 Sitzplätze; Baukosten nur 226 000 M. Dreischiffige, basilikale Anlage; seitliche Turmstellung. Architekturteile in Sandstein, Flächen in Putz. (Kirche 1910, S. 417.)

Neue Kirche Oberstraß in Zürich; Arch. Pfleghard & Häfeli in Zürich. Wirkungsvolle, moderne Formen schlichtester Art. Sängerempore und Orgel im nördlichen Seitenschiff; angebautes Pfarrhaus. — Mit zahlreichen Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, I, S. 264.)

Neubau einer römisch-katholischen Kirche in Khartum; Arch. Hans Schurr in München. Dreischiffiger, basilikaler Bau mit Kreuzschiff, Vorhalle, zwei Westtürmen und Vierungskuppel in romanischen Formen. (Kirche 1910, S. 420.)

Gebäude für Verwaltungszwecke und Vereine. Obergerichtsgebäude in Bern; Arch. Bracher, Widmer und Daxelhoffer. Baukosten 284 000 M. oder 24 M. für 1 cbm. Material Sandstein. (Schweiz. Bauz. 1910, I, S. 354.)

Handwerkskammer-Gebäude für Harburg. Abbildung des preisgekrönten Entwurfs von Rudolf Matzen in Hamburg. (Deutsche Konkurrenzen 1910, Heft 7.)

Post-, Telegraphen- und Telephon-Gebäude im Bahnhof Lausanne; Arch. Isoz in Lausanne. Baukosten 296000 M. Moderne, perspektivisch sehr ungünstig wirkende Formen. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 56.)

Wettbewerb für ein Kirchengemeindehaus in Winterthur. Besprechung der vier besten Entwürfe. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 77.)

Erweiterungsbau des Rathauses in Elberfeld; Wettbewerb. Erster Preis: Bühring in Berlin-Weißensee. — Mit Abb. (Deutsche Konkurrenzen 1910, Heft 8/9.)

Bürgermeisterei in Onex (Schweiz); Arch. Braillard in Genf. Im Erdgeschoß Versammlungssaal (gleichzeitig Turnhalle), Nähschule, Aborte, Garderobe; im Obergeschoß Gemeinderatssaal, Bibliothek, Sekretariat, Toiletten; Dienerwohnung im Dachgeschoß. Sehr gute Zusammenlegung; schlichte, heimische Bauformen; Ausführung in Werkstein, mit Ziegeldach. Baukosten einschl. Einrichtung 44800 M. — Mit 1 Tafel. (Schweiz. Bauz. 1910, I, S. 250.)

Mairie des Eaux-Vives bei Genf; Arch. Bovy in Genf. Eckbau in französischer Renaissance. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 126.)

Gebäude für Unterrichtszwecke. Wettbewerb für die neue Universität in Zürich. Besprechung des mit dem I. Preise gekrönten Entwurfs der Architekten Curjel & Moser. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 90.)

Real-Progymnasium in Völklingen; Arch. Lennartz in Frankfurt a. M. Baukosten 400000 M., Direktorwohnhaus 40000 M. (Deutsche Konkurrenzen 1910, Heft 8/9.)

Wettbewerb für ein Schulhaus in Neuhausen. Eingegangen waren 182 Entwürfe! Besprechung der sieben besten Entwürfe. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 35.)

Gebäude für Gesundheitspflege. Erste sächsische Volksheilstätte für Alkoholkranke „Seefrieden" bei Moritzburg in Sachsen. Schlichte, um einen Hof gruppierte Anlage. Gesamtkosten 72000 M. oder $1^{cbm} =$ 13,9 M. (Wohnhaus), 13 M. (Stallgebäude) und 8,9 M. (Scheune). (Deutsche Bauz. 1910, S. 478.)

Heiliggeist-Spital in München. Baugeschichte des alten Spitals. Neubauten vom städtischen Baurat Gressel in München. Baukosten 1725000 M. Barocke Formen; Putzbau. (Deutsche Bauz. 1910, S. 409, 425 und 466.)

Irrenanstalt des Kantons Appenzell in Herisau; Arch. Rittmeyer & Furrer. Putzbau in modernen Formen. Gesamtkosten 1920000 M. — Mit zahlreichen Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 3 u. 23.)

Gebäude für Kunst und Wissenschaft. Bibliotheksgebäude in Freiburg in der Schweiz; Arch. Hertling in Freiburg. Werksteinbau in französischem Barock. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 103.)

Historisches Museum der Pfalz zu Speier; Erbauer Prof. Gabriel v. Seidl in München. — Mit 1 Tafel. (Z. f. d. Baugew. 1910, S. 181.)

Wettbewerb für den Neubau des Kunstmuseums in Basel; Abbildung der Entwürfe von Pfister in Zürich und Huber-Werz in Wiesbaden. (Schweiz. Bauz. 1910, I, S. 251.)

Das Stuttgarter Schauspielhaus; Arch. Eitel & Steigleder in Stuttgart. 750 Sitzplätze. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1910, S. 393.)

Engerer Wettbewerb für den Neubau einer „Großen Oper" in Berlin. Besprechung der preisgekrönten Entwürfe. Abbildungen des Entwurfs von Prof. Bruno Schmitz. (Deutsche Bauz. 1910, S. 392.)

Gebäude für Vergnügungszwecke. Wettbewerb für den Bau einer Stadthalle nebst Ausstellungshalle in Hannover (s. 1911, S. 175). Besprechung des Wettbewerbsergebnisses. Abbildungen der preisgekrönten Entwürfe von Fr. v. Thiersch und Dipl.-Ing. Lömpel in München, Arch. Usadel in Hannover, Prof. Em. von Seidl in München, Prof. Kreis in Düsseldorf, Arch. Lipp und Lorenz in Charlottenburg, Prof. Bruno Schmitz in Charlottenburg, Arch. Haro in Hannover, Arch. Hummel und Rothe in Kassel, Prof. Pützer in Darmstadt, Paul Thiersch in Charlottenburg, Scherer in Berlin und Werz und Huber in Wiesbaden. (Deutsche Bauz. 1910, S. 454, 466, 485, 511, 550, 589 u. 617.) — Programm des Ausschreibens und Abbildungen der preisgekrönten und besten Entwürfe. (Deutsche Konkurrenzen 1910, Heft 8/9.)

Bauten für das Eidgenössische Schützenfest in Bern 1910. Festhalle von $11 + 30{,}50 + 11^{m}$ Spannweite (Basilika); interessante Untersuchung der Standfestigkeit der in Holz konstruierten Halle durch Modellversuche. Baukosten 144000 M. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 43.)

Luftschiffhalle in Luzern. Länge 96^{m}, Breite 46^{m}, Höhe 30^{m}; Herstellung aus Tannenholz mit eisernen Zugbändern. Bemerkenswerte Belastungsversuche am Modell. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, I, S. 273.)

Markthallen und Schlachthöfe. Wettbewerb zu einem Schlachthause in Zug. Besprechung der drei preisgekrönten Entwürfe. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 153.)

Leichenhäuser und Friedhöfe. Grässels Münchener Friedhofbauten. Besprechung des Sonderheftes der Zeitschrift „Die christliche Kunst" 1910, Heft 9. — Abb. des Friedhofsgebäudes des nördlichen Friedhofes in München (byzantinisch). (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 64.)

Wettbewerb für ein Krematorium in Biel. Besprechung der vier besten Entwürfe. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 61.)

Privatbauten.

Wohn- und Geschäftshäuser. Einfamilienhaus für Baurat Ehrhardt in Weimar; Arch. der Besitzer. — Mit Abb. (Deutsche Baugew.-Z. 1910, S. 802, 811.)

Häuser der Pfählerstiftung in Saarbrücken. Beschränkter Wettbewerb. Einzelwohnungen. Baukosten 5000 M. — Mit zahlreichen Abb. (Deutsche Konkurrenzen 1910, Heft 7.)

Geschäftshäuser Einhorn & Schmid in München. Baukosten 400000 bzw. 250000 M., $1^{cbm} = 17{,}5$ bzw. 22 M. Schauseiten in schlichten, modernen süddeutschen Formen; Material: Putz. — Mit Schaubildern. (Deutsche Bauz. 1910, S. 441.)

Erweiterungsbau des Geschäftshauses L. Bernheimer am Lenbach-Platz in München; Arch. Friedr. v. Thiersch in München. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1910, S. 445.) — Abbildungen der Innenräume: Teppichsaal, Spitzensaal und Gobelinsaal. (Kunst und Handwerk 1911, S. 1.)

Haus des Kunstmalers Cuno Amiets in Oschwand (Schweiz); Arch. Ingold in Bern. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 114.)

Kolonie Montgibert in Clarens am Genfer See; Arch. Schmitt in Lausanne. Einfamilien-Wohnhäuser. Erdgeschoß: Veranda, Toilette, 3 Wohnzimmer; Dachgeschoß: 3 Schlafzimmer, Toilette, Bad. Preis 10800 M. Baustelle und Nebenanlagen 2000 M. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 130.)

Villa im arabischen Stil. Entwurf des Arch. Marco in Kairo für den Pariser Salon. (Constr. moderne 1910, S. 89.)

Schloßbauten. Schloßanlage des Freiherrn v. Büsing-Orville in Offenbach a. M.; Arch. Prof. Manchot in Frankfurt a. M. Herrschaftshaus (alt, um 1775 erbaut), Dienerschaftshäuser, Wohnhäuser für zwei Fabrikdirektoren und Stallungen sind malerisch um einen großen Ehrenhof gelegt. — Mit zahlreichen Abb. (Deutsche Bauz. 1910, S. 437.)

Hochbaukonstruktionen.

Neue Eisenbetondecke ohne Schalung. Patent des Reg.-Baumeisters Prestinari in Kattowitz (O.-S.) Bretter aus Eisenbeton wurden zuerst als Schalung und dann als tragender Teil benutzt. (Deutsche Baugew.-Z. 1910, S. 804.)

Innerer Ausbau, Ornamentik, Kunstgewerbe, Kleinarchitektur.

Brunnen-Anlage vor dem Kaiser Wilhelm-Denkmal in Magdeburg; Bildhauer Prof. Manzel in Charlottenburg. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1910, S. 477.)

Hermann Balk-Brunnen zu Elbing. Dem Andenken des Ordensmeisters Hermann Balk, Gründers der Stadt Elbing, gewidmet. Material Muschelkalk. Arch. Frölich, Bildhauer Magnussen. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, I, S. 310.)

Wettbewerb für den Geiserbrunnen in Zürich. Abbildungen der vier preisgekrönten Entwürfe. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 138.)

Dekorative Kunst im Pariser Herbstsalon 1910. Abbildungen von Innenräumen der Sonderausstellung Münchener Künstler. (Constr. moderne 1910, S. 76.)

Kirchliche Kunst auf der Weltausstellung in Brüssel; Abhandlung von Henschel vom Hain. Mit Abb. (Kirche 1910, S. 427.)

Stickereien für Altardecken und Kanzelbehänge. Ausgeführte Entwürfe von Prof. Gußmann. (Kirche 1910, S. 437.)

Ausstellung muhammedanischer Kunst in München 1910; von Rud. Meyer-Riefstahl. Gefäße, Teppiche, Stoffe, Elfenbeinschnitzereien, Bucheinbände. — Mit zahlreichen Abb. (Kunst u. Handwerk 1911, S. 8.)

Professor Fritz von Miller. Abbildungen zahlreicher kunstgewerblicher Arbeiten, auch seiner Schüler. (Kunst u. Handwerk 1911, S. 37.)

Neue künstlerische Beleuchtungskörper. Abbildungen neuerer Arbeiten verschiedener Firmen. (Deutsche Bauz. 1910, S. 457.)

Denkmäler.

Wettbewerb für das Großherzog Friedrich-Denkmal in Karlsruhe. Urteilsbegründung des Preisgerichts und Abbildung des mit dem 1. Preise ausgezeichneten Entwurfs (Obelisk mit Umbau) des Arch. Kuhn in Heidelberg. (Deutsche Bauz. 1910, S. 489.)

Denkmal für den ersten Präsidenten des Reichsversicherungsamts Dr. Bödiker. Entwurf des Denkmals von Reg.-Baumeister Stiebler in Steglitz, der Herme von Prof. Janensch in Charlottenburg. (Deutsche Baugew.-Z. 1910, S. 844.)

Denkmal für Jules Ferry; von G. Michel. — Mit 2 Tafeln. (Constr. moderne 1910, S. 101.)

Grabmal in arabischem Stil. Arbeit des Arch. Marco in Kairo für den Pariser Salon. (Constr. moderne 1910, S. 89.)

Städtebau.

Das Grundlegende im mittelalterlichen Städtebau. Bemerkenswerter Nachweis der Entstehung des mittelalterlichen Städtebildes; von Klaiber in Holzminden. — Mit Abb. (Städtebau 1910, S. 121.)

Bauentwürfe für die Friedrichstadt in Berlin gegen Ausgang des XVIII. Jahrhunderts; von Dr. Brinckmann in Aachen. Baugeschichtliche Abhandlung. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1910, S. 361, 373.)

Engerer Wettbewerb für einen Bebauungsplan für das Tempelhofer Feld vor Berlin; von A. Hofmann. Entwürfe von Prof. Theod. Göcke in Berlin, Baurat Gerlach in Berlin und Dr. Stübben in Berlin. Kritische Besprechung. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1910, S. 404.)

Bauberatungsstellen Bremens. Bericht über ihre Tätigkeit von Prof. Högg. (Städtebau 1910, S. 127.)

Freilegung von St. Maria-Magdalenen in Prenzlau; von Dipl.-Ing. Thalmann in Berlin. Hinweis auf die notwendige Erhaltung einer Umbauung der Kirche. (Städtebau 1910, S. 124.)

Burgkirche in Königsberg i. Pr.; von A. Reich. Durch einen unkünstlerischen Neubau ist das stattliche Bild der Choransicht vom Schloßteich aus leider vollständig zerstört. Kurze Kritik. — Mit 2 Abb. (Städtebau 1910, S. 126.)

Zwei moderne Quartierpläne in Zürich. Bebauung zwei großer Baublöcke in hügeligem Gelände. — Mit zahlreichen Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, I, S. 305, 324.)

B. Heizung, Lüftung und künstliche Beleuchtung,

bearbeitet von Dr. Ernst Voit, Professor in München.

Heizung.

Prüfung mehrerer Zimmeröfen auf rauchfreie Verbrennung. Dr. Hurdebrinck in Königsberg prüfte für die Kommission zur Bekämpfung der Rauchplage in Königsberg elf verschiedene Dauerbrandöfen und je einen Kachelofen und Küchenherd. Ein Einfluß der Ofenbauart auf die Rauchfreiheit der Verbrennung fand sich nicht; die Dauerbrandöfen entwickeln aus der Brennstoffeinheit etwa dieselbe Rußmenge wie der Kachelofen, aber über den ganzen Tag verteilt, während der Kachelofen den Rauch verstärkt in wenigen Stunden liefert. Ferner erhält man bei Kohlen gewöhnlich 1 bis 2 %, sogar bis 4 % Ruß, und zwar von feinflockiger Beschaffenheit; bei Anthrazit und Koke aber nur 0,1 bis 0,2 %, oft sogar nur bis 0,05 %. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 872.)

Stauß-Dauerbrand-Kaminofen der Stauß-Ofengesellschaft in Berlin-Pankow. Auf einem mit Schamotteformsteinen ausgemauerten Unterbau, der Feuerung, Aschenfall und Feuerschacht enthält, stehen hintereinander ein gußeiserner Kohlenkasten und der Heizkörper, der aus einer Anzahl flacher, aus schwachen Eisenplatten hergestellter Kästen besteht. Die Verbrennungsprodukte durchstreichen die Heizelemente in einer auf- und absteigenden Zugrichtung; als Brennstoff ist Anthrazit oder Koke zu verwenden. — Mit Abb. (Südd. Bauz. 1910, S. 130.)

Beseitigung der Gasheizöfen in städtischen Schulhäusern und andern öffentlichen Gebäuden

in Karlsruhe. Durch Füllöfen wird eine jährliche Ersparnis an Betriebskosten von 22000 M. erzielt, auch wird das an der Grenze seiner Leistungsfähigkeit angelangte städtische Gaswerk um 500000 ^{cbm} Gas jährlich entlastet und so die Notwendigkeit seiner Erweiterung noch um einige Jahre hinausgeschoben. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 886.)

Gaskoke und Hüttenkoke in Sammelheizungen. Ein Erlaß des preußischen Handelsministeriums macht es den Behörden der Handels- und Gewerbeverwaltung zur Pflicht, bei Verwendung von Koke für Sammelheizungen zu prüfen, ob die Kesselanlage für Schmelzkoke geeignet ist, da bei dem jetzigen Preise diese wirtschaftlicher ist. Deshalb sind auch für Schmelzkoke geeignete Kessel vorzuziehen. (Ministerialbl. d. Handels- u. Gewerbeverw. 1910, S. 528; Gesundh.-Ing. 1910, S. 887.)

Neuere Gliederkessel von Gebr. Sulzer; von Dipl.-Ing. Pradel. Die Kessel arbeiten mit unterm Abbrand und lassen die Heizgase die wagrecht übereinanderliegenden Heizzüge der Reihe von unten nach oben durchströmen; die Heizzüge sind seitlich am Füllschacht untergebracht; die Gliederschenkel haben nur im untern Teile Kontaktheizflächen, aber eine große rauchgasbespülte Heizfläche. Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Heizversuchen an einem großen Gliederkesselmodell. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 928; Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1910, S. 1788.)

Neuere Nationalkessel der Nationalen Radiator-Gesellschaft in Berlin; von Dipl.-Ing. Pradel. Gußeiserner Gliederkessel mit großer Kontaktheizfläche und mit Heizzügen im obern Teil der Glieder. Versuche an einem Modell mit drei verschiedenen Belastungen. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 929.) — Der Querschnitt der Glieder ermöglicht den Einbau in einen Küchenherd. Auch Gebr. Sultzer stellen einen mit Kocheinrichtung ausgerüsteten oder mit einem Herd verbundenen Gliederkessel für Warmwasserheizung her. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1910, S. 1789.)

Gliederkessel für Braunkohlenziegel-Feuerung; von Pradel. Für die Beheizung der gebräuchlichen Gliederkessel mit Füllschacht sind Braunkohlenziegel unzweckmäßig, ein Gliederkessel mit Planrost läßt sich aber mit ihnen feuern, wenn er einen nicht zu hohen Feuerraum und lang sich erstreckende Heizzüge hat; bei Anordnung eines Füllschachtes muß dieser so gegen den eigentlichen Brennraum abzuschließen sein, daß nur eine Ziegelschicht in den Brennraum gleiten kann. Bei den gebräuchlichen Gliederkesseln kann ein Gemisch aus Koke (Gaskoke) und Braunkohlenziegeln anstandslos verfeuert werden. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 804.) — Die neuern Bauarten suchen die Last der Brennstoffsäule vom Rost zu nehmen, also neben dem Füllraum einen möglichst offenen Verbrennungsraum zu schaffen. Der Abschluß des Füllraumes nach unten durch einen Treppenrost und des Verbrennungsraumes durch einen Planrost hat sich gut bewährt und findet sich bei dem „Atlaskessel" von Nestler & Breitfeld. (Ebenda, S. 868.)

Bernhardts verbesserter Gliederkessel. Beschreibung; Angabe der Leistungen bei verschieden hoher Beanspruchung. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 854.)

Zenith-Heizkörper der Zenithwerke in Dresden. Diese Heizkörper für Dampf- und Warmwasserheizanlagen sind Plattenheizkörper aus $2^1/_2$ bis $3^1/_2$ ^{mm} starkem gewalzten Flußeisenblech und an den Nähten autogen zusammengeschweißt und sind wegen ihrer geringen Bautiefe besonders als Heizkörper unter Fenstern oder Eckheizkörper verwendbar. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 900.)

Keramische Heizkörper für Sammelheizungen von Villeroy & Boch in Dresden. Die keramischen Radiatoren wirken schmückender als die Metallradiatoren; die Leistung für 1 ^{qm} Ofenfläche ist für die glasierten Heizkörper nur wenig verschieden von der bei unglasierten; ganz oder teilweise unglasierte Heizkörper geben wegen ihrer Porigkeit Feuchtigkeit an die Umgebung ab. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 920.)

Ursachen der Wasserstandsschwankungen bei Niederdruckdampfkesseln und Mittel zu ihrer Beseitigung; von O. Ginsberg. Ursachen der Wasserstandsschwankung sind die Aenderungen des Dampfgewichts bei mehr oder weniger lebhafter Dampfbildung, die Schwankungen im Dampfdruck, die Aenderungen im mitgerissenen Wasser und die Schwankungen in der Rückleitung des Kondenswassers. Zur Sicherung eines gleichmäßigen Wasserstandes dienen eine geringe Beanspruchung des Kessels, reichlich bemessene und hochgeführte senkrechte Dampfanschlüsse, weite Kondenswasserleitungen, Vermeidung von wagerechten Kondensleitungen innerhalb der Druckgrenzen, gleichmäßig ziehende Rauchfüchse, empfindliche Druckregler, gleichmäßige Beschickung der Kessel, sorgfältige Rauchschiebereinstellung, nicht zu weite Schornsteine und eine metallisch reine, gut wirkende Heizfläche. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 752.)

Bestimmungen der Rohrdurchmesser bei Niederdruck-Warmwasserheizungen; von Ing. Thuillard. Formeln für Wärmelieferung, für Druckverluste durch Reibung und für Druckverluste durch Querschnitts- und Richtungsänderungen; Diagramme zur Bestimmung der Beziehungen zwischen Druckverlust, Wärmemenge und Rohrdurchmesser; Beispiele. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 781.)

Niederdruckdampf-Warmwasserheizungen. Die Wiesbadener Zentralheizungswerke teilen einen Niederdruckdampfkessel durch zwei Blindnippel in einen Dampfkessel und einen Warmwasserkessel, damit Kellerheizkörper nicht an den Kesselwasserstand gebunden sind und höher gelegene Heizkörper in den Etagen als Warmwasserheizkörper arbeiten. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 834.)

Wirtschaftlichkeit der Niederdruckdampfheizung; von Ing. Joh. Körting. Die Wirtschaftlichkeit der Niederdruckdampfheizung steht nicht hinter der der Warmwasserheizung zurück. Kesselanlagen, Rohrleitungen und insbesondere die Anpassungsfähigkeit bei schwacher Benutzung für beide Arten. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 797.)

Warmwasserheizung, Niederdruckdampfheizung und offene Ueberdruckwasserheizung mit 100° mittlerer Höchstwasserwärme; von O. Krell sen. Vergleich zwischen Warmwasserheizung und Niederdruckdampfheizung hinsichtlich der Regelung, des Brennstoffverbrauches, der Bedienung der Heizung in Uebergangszeiten, des Anheizens und Abkühlens, des Geräusches, des Einfrierens, der Heizflächenleistung und Heizflächenwärme, der Haltbarkeit, der Vertiefung des Kesselraumes, der Herstellungs- und Betriebskosten. Danach steht die Niederdruckdampfheizung der Warmwasserheizung in technischer, gesundheitlicher und wirtschaftlicher Beziehung nach und nur ihr niedriger Herstellungspreis begünstigt ihre Wahl. — Vergleich einer offenen Ueberdruckwasserheizung mit mittlerer Höchstwasserwärme von 100° hinsichtlich der Kosten mit einer Niederdruckdampfheizung. Auch die Ueberdruckwasserheizung ist in technischer und gesundheitlicher Hinsicht bei gleichen Anlagekosten der Niederdruckdampfheizung überlegen. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 813.)

Winke zum Prüfen oder Erbauen von Fernwärmereglern für Luft; von J. Buser. Hervorzuheben sind der für Wärme empfindliche Ausdehnungskörper,

die Einrichtung zur Kraftübertragung und die Absperrvorrichtung für das Heizmittel. Beurteilung der verschiedenen Regler und Festsetzung der Bedingungen, denen sie entsprechen müssen. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 865.)

Neuer Regler der Luftwärme und der Luftfeuchtigkeit; von J. Buser. Benutzt werden der geringe Ueberdruck der Niederdruckdampfheizung und der durch Dampfkondensation entstehende Unterdruck. Die Luftwärme wird durch ein Metallthermometer geregelt; die Regelung der Luftfeuchtigkeit wird durch einen für Feuchtigkeit empfindlichen Körper bewirkt, der auf eine Wasserverdampfungseinrichtung einwirkt. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 866.)

Präzisionsverbrennungsregler für Warmwasserkessel; von Heinrich Lammers in Straßburg. Die Wasserwärme wird genau auf den Grad, für den der Regler eingestellt ist, geregelt. Solange die verlangte Wärme nicht erreicht ist, bleibt die Luftzuführungsklappe ganz offen, nachher wird sie vollständig geschlossen. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 883.)

Verbindung einer Heizungs-, Lüftungs- und Kühlungsanlage in einem Bankgebäude; Vortrag von A. M. Feldmann, übersetzt von O. Ginsberg. Für die im Erdgeschoß eines 20stöckigen Gebäudes befindlichen Bankräume liegen Kessel- und Maschinenräume in dem Keller unter den Räumen, die Ventilatoren, Heizschlangen und Luftwäscher auf einem Dach, das sich über einem Teil des Erdgeschosses befindet. Die frische Luft wird von dem Hof entnommen und durch Drahtnetze und feine Wasserstrahlen gereinigt; Prellplatten scheiden dann das mitgerissene Wasser aus. Die Luft gelangt dann zu den Heizschlangen und dem Ventilator und tritt weiter durch einen Druckkanal nahe an der Decke in das Bureau ein. Die Abluftkanäle befinden sich an den andern drei Wänden nahe am Fußboden und münden in den Maschinenraum. Zur Vermeidung von Zug an den Fenstern stehen die Radiatoren zwischen den Fenstern und vorgestellten Glasplatten. Im Sommer kann zur Abkühlung gekühlte Kalziumchlorid-Lösung durch die Heizschlangen geleitet werden. Ergebnisse der Anlage. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 893.)

Beheizung kleinerer Garagen. Branddirektor Effenberger in Hannover macht auf die Explosionsgefahr aufmerksam, wenn man zur Beheizung von Garagen eiserne Oefen frei aufstellt, und empfiehlt eine Ummantelung von Rabitz oder Eisenblech. Die am Ofen erwärmte Frischluft ist an der Decke des Raumes einzuführen, die Abluft an der gegenüberliegenden Seite des Raumes an einer tiefliegenden Kanalmündung abzuführen. — Mit Abb. (Z. f. Feuerschutzwesen 1910, S. 116; Gesundh.-Ing. 1910, S. 759.)

Mitteilungen aus der neuern Heiztechnik; Vortrag von Joh. Körting. Anordnung der Luftheizungen und ihre Verwendung für Kirchen und Versammlungsräume und neuerdings auch wieder für Wohnhäuser. Berechnung der Warmwasserheizungen nach Hermann Fischer und Rietschel; Anordnung der Rohrleitung bei den verschiedenen Arten; Schnellumlaufheizungen und mit Pumpen in den Umlaufleitungen versehene Anlagen. Dampfheizungen mit Niederdruck und Hochdruck. Fernheizungen. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1910, S. 1986.)

Normalwärme für Wohnräume. Das Kammergericht in Berlin hat zu der Frage, welche Wärme der Mieter in einer Wohnung eines mit Sammelheizung versehenen Hauses in der Regel beanspruchen darf, in einem Urteil Stellung genommen, indem es als Normalwärme in Wohnräumen 18,75° C (15° R) annahm. Die Richtigkeit dieser Annahme wird von verschiedenen Seiten bestritten. Es ist deshalb zu empfehlen, daß die Besitzer von Miethäusern, die mit Sammelheizungen versehen sind, bei der Vermietung von Wohnungen einen Vermerk über die in den Räumen einzuhaltende Wärme aufnehmen. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 887.)

Temperaturen bei der Erprobung von Luftheizungsanlagen; Vortrag von Macon, übersetzt von O. Ginsberg. Aufstellung von Formeln; Berechnung von Beispielen mit zeichnerischer Darstellung des Zusammenhanges zwischen Außen- und Innentemperatur für Dampfluft- und Warmwasserluftheizung. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 829.)

Stand der Heizungs- und Lüftungstechnik; von Ing. H. Schuhmacher. Vor- und Nachteile der verschiedenen Heizungsarten, nämlich der Warmwasserheizungen, Niederdruckdampfheizungen, Schnellumlauf-Warmwasserheizungen, Heißwasserheizungen und der verschiedenen Fernheizanlagen. Luftfilter; Luftbefeuchtungs- und Luftkühleinrichtungen; Ozonisieren der Luft. (Deutsche Vierteljahrsschr. für öffentl. Gesundheitspflege 1910, S. 410; Gesundh.-Ing. 1910, S. 761.)

Erfahrungen im Heizungsfach; von Ing. W. Knipping. Erfahrungen über Betriebsstörungen an Heizungsanlagen, nämlich Betriebsstörungen eines Steigstranges bei einer Warmwasserheizung infolge dichten Zusammenlegens der Vor- und Rücklaufleitung; ungenügende Erwärmung eines Raumes infolge falscher Anordnung der Heizkörper; schlechte Feuerung infolge Undichtigkeit des Schornsteinmauerwerks; ungenügende Erwärmung der Räume infolge unsachgemäßer Ummantelung der Heizkörper; schlechte Feuerung infolge der zu knapp bemessenen freien Rostfläche; Versagen des Kamins infolge Offenlassens einer Reinigungsöffnung; schlechtes Brennen der Feuerung infolge Verdeckens der halben Kaminöffnung durch einen beschädigten Sauger; ungenügende Heizwirkung der Heizkörper infolge mangelhafter Entlüftung; schlechtes Ziehen des Kamins wegen Feuchtigkeit; Platzen des Kessels infolge des Durchschlagens von Heizkörpern. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 941.)

Lüftung.

Einfluß des Windes auf Heizung und Lüftung; Vortrag von H. W. Whitten, übersetzt von W. Pyrkosch. Durch die Undichtigkeiten an den Fenstern und durch die an der Windseite liegenden Wände werden beträchtliche Luftmengen in das Innere der Räume getrieben, dafür entweichen aber auch an den dem Winde abgewandten Seiten des Gebäudes große Mengen von Luft durch Undichtigkeiten. Einfluß der Windstärke. Durchschnittliche Durchlässigkeit der Fensterfugen. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 917.)

Berechnung der Zentrifugalventilatoren oder Schleudergebläse für Lüftungsanlagen; von H. Recknagel. Allgemeine Gleichungen zur Berechnung der Umfangsgeschwindigkeit, des Flügeldurchmessers, der Luftmenge bei freiem Eintritt und Austritt der Luft, der Umlaufzahl und des Kraftbedarfs. Die Gesamtdruckhöhe für die Berechnung der Niederdruck-Zentrifugalventilatoren kann innerhalb der für Lüftungsanlagen in Frage kommenden Grenzen mit einer für die Praxis ausreichenden Genauigkeit als unveränderlich angenommen werden, dadurch werden die Gleichungen wesentlich vereinfacht und liefern für die Praxis genügend genaue Ergebnisse. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 845.)

Einführen befeuchteter Luft in Räume nach E. Merz in Basel. Der aus einer von einem Mantel umgebenen Zerstäuberdüse bestehende Befeuchter ist mit seinem Mantel tangential an einer Druckluftleitung an-

gebracht, so daß die Luft vor dem Austritt in den Mantel eine Bewegung in der Form einer Schraubenlinie erhält. Anwendung in Spinnereien. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1910, S. 901.)

Künstliche Beleuchtung.

Dreiphasenbogenlampe mit vier Kohlen nach A. Righi in Bologna. Drei Kohlen mit 8 mm Durchmesser bilden ein senkrechtes dreieckiges Prisma von 12 bis 15 mm Seitenlänge und sind mit den drei Phasen des Stromes verbunden; oberhalb dieser Kohlen befindet sich isoliert die vierte Kohle von etwa 20 mm Durchmesser; es bilden sich sechs Krater. (Lumière électr. 1910, Nr. 15; Electrician 1910, S. 1057; Bayer. Industr.- u. Gewbl. 1910, S. 467; Elektrot. Z. 1910, S. 1148.)

Silica-Lampe der Westinghouse Cooper-Hewitt-Gesellschaft. Die Lampe ist gegen Witterungseinflüsse unempfindlich und auch in Räumen mit explosionsgefährlichen Gasen betriebssicher. Anordnung; Lichtverteilung. — Mit Abb. (Elektrot. Z. 1910, S. 1227.)

Jota-Metallfadenlampe der Regina-Bogenlampenfabrik in Köln-Sülz. Eine Wolframlampe nach dem Spritzverfahren, die besonders widerstandsfähig sein und geringen Wattverbrauch haben soll. (Elektrot. Z. 1910, S. 1228.)

Betriebskosten von Bogenlampen; von Wißmann. Auch unter Berücksichtigung der Leuchtmittelsteuer hat sich an der Ueberlegenheit der Flammenbogenlampen gegenüber den Reinkohlen- und Dauerbrandlampen so gut wie nichts geändert. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 126; Elektrot. Z. 1910, S. 1279.)

Fortschritte im Bau von Metallfadenlampen. Die Vorzüge der Tantal- und Wolframlampen. — Mit Abb. (Bayer. Ind.- u. Gewbl. 1910, S. 465.)

Neue Wolframlampe der Westinghouse-Gesellschaft. Der Faden besteht aus einem einzigen Stück, das nur an den Enden festgehalten wird, an den Zwischenauflagern aber beweglich ist. Die Lampe soll eine größere Haltbarkeit besitzen. — Mit Abb. (Electr. world 1910, S. 1460; Elektrot. Z. 1910, S. 1077.)

Günstigste Höhen von Straßenlampen; von Sumec. Zu beachten sind die Güte der Beleuchtung, der Preis der Lampenträger und die Leichtigkeit der Bedienung. Erörterung der Frage für hängendes Gasglühlicht oder Kohlenfadenglühlampen, für stehendes Gasglühlicht oder Glühlampen mit senkrechten Leuchtfäden und für Bogenlampen mit Reinkohlen. Die üblichen Aufhängehöhen (4 m) werden viel zu klein genommen, wenn auch zur Ermäßigung der Kosten der Lampenträger und Bedienung eine geringere Höhe als die für günstigste Beleuchtung berechnete zu nehmen ist. — Mit Abb. (Elektrot. u. Maschinenbau 1910, S. 1; Elektrot. Z. 1910, S. 1048.)

Verteilung der Lichtquellen; von Wohlauer. (Electr. world 1909, S. 663; Elektrot. Z. 1910, S. 1049).

Elektrische Beleuchtung in Eisenbahnwagen; von Seidener. Geringere Feuergefährlichkeit der elektrischen Beleuchtung gegenüber der Gasbeleuchtung; vergleichende Kostenberechnung für die beiden Beleuchtungsarten. Danach ist die elektrische Beleuchtung zwar bei geringerer Inanspruchnahme teurer, bei über 2 Stunden Benutzung im Tage aber billiger als die Gasbeleuchtung. — Mit Abb. (Elektrot. u. Maschinenbau 1910, S. 153; Elektrot. Z. 1910, S. 1099.)

C. Wasserversorgung, Entwässerung und Reinigung der Städte,

bearbeitet von Geh. Regierungsrat E. Dietrich, Professor an der Technischen Hochschule zu Berlin.

Oeffentliche Gesundheitspflege.

Gesundheitliche Verbesserung alter Stadtteile (s. 1911, S. 186); von Stadtbaurat Voß in Elberfeld. (Deutsche Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege 1911, S. 55.)

Geringe Leistungen in russischen Städten auf dem Gebiete der öffentlichen Gesundheitspflege durch Be- und Entwässerungsanlagen usw. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 92.)

Kleines Volksbad für 20 Zellen in Guben. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 106.)

Modernes Stadtschulbad in Straßburg im Elsaß; von Ing. Schilling. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 117.)

Formen der Badewannen. Ing. Maurer weist zutreffend darauf hin, daß die in den Fußboden eingesenkten Wannen für schwächliche Personen äußerst unbequem sind. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 126.)

Bade- und Bedürfnisanstalten in Frankfurt a. M. — Mit Abb. (Techn. Gemeindebl. 1910, S. 276.)

Unterirdische Bedürfnisanstalten auf den Straßen von Charlottenburg. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 12.)

Schalldämpfung in Gebäuden durch bauliche Anlagen. (Techn. Gemeindebl. 1910, S. 284.)

Vernichtung der Abfälle auf dem Schlachthofe in Frankfurt a. M. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 1.)

Wasserversorgung.

Allgemeines. Praktische Erfahrungen mit der Reinigung von Untergrund- und Oberflächen-Wasser für Wasserversorgungen. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1911, S. 113.)

Künstliche Ansammlung von Grundwasser für Wasserversorgungen und ein Beispiel hierfür in der Wasserversorgung von Chemnitz. — Mit Abb. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1910, Nr. 30 und 1911, S. 87.)

Gewinnung von Trinkwasser aus den Dünen mittels Feinsanddrainage nach Stang. Das Wasser wird nicht durch Filter von Metallgaze geleitet, welche durch den feinen Dünensand verstopft werden, sondern durch Filter von Flußkies und Muscheln. — Mit Abb. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1911, S. 25.)

Der Untergrund von Ostpreußen in seiner Eigenart und sein Einfluß auf die Wasserversorgung des Landes. — Mit Abb. (J. f. Gasbel. u. Wasserver. 1911, S. 8.)

Bestehende und geplante Anlagen. Ergebnisse der Filterreinigung beim Magdeburger Elbwasserwerke nach dem Puech-Chabal-Verfahren. — Mit Abb. (Techn. Gemeindebl. 1911, S. 318.)

Wasserverbrauch in Leipzig. (Techn. Gemeindeblatt 1910, S. 286.)

Vorläufige Wasserreinigungsanlage für eine Stadt von 10000 Einwohnern, die bis zur Beschaffung einer bessern Entnahmestelle des Wassers und zum Schutze gegen Typhuserkrankungen dienen soll. (Eng. record 1911, Bd. 63, S. 161.)

Wasserversorgung von Flensburg. Bei der Versorgung mittels artesischer Brunnen sind durch den

hohen Eisengehalt des Wassers Schwierigkeiten erwachsen. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1911, S. 199.)

Wasserversorgung von Regensburg. Gesamtentwicklung. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1911, S. 131.)

Catskill-Trinkwasserversorgung von Newyork. Neuanlage von vielfach besonderer Art. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 93.)

Wasserentnahme aus einer künstlichen Insel im Erie-See für die Versorgung von Buffalo (s. **1910**, S. 501). Zuleitungstunnel. — Mit Abb. (Eng. news 1911, I, S. 153.)

Filteranlage der Wasserwerke in Bangor in Mexiko (30000 Einwohner). Geschlossene überdachte Räume. Beachtenswerte Einzelheiten. — Mit Abb. (Eng. record 1911, Bd. 63, S. 64.)

Einzelheiten. Auftreten des Mangans im Grundwasser und seine Beseitigung. (Städtischer Tiefbau 1910, Heft 15 bis 18; Gesundh.-Ing. 1911, S. 169.)

Enteisenungsanlage in einem Hochbehälter; von Baurat Böhmer. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 88.)

Beseitigung des Sauerstoffs aus dem Leitungswasser zum Schutze der Röhren. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 92.)

Trinkwasserreinigung mittels ultravioletter Strahlen (s. **1910**, S. 481) und ein neuer fahrbarer Trinkwasserbereiter für vorübergehende Verwendung eines Wassers. — Mit Abb. (Deutsche Militärärztliche Z. 1910, S. 409; Gesundh.-Ing. 1911, S. 69.)

Industrielle Wasserreinigung mit ultraviolettem Licht. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 166.)

Sandwaschmaschine in Gestalt eines Laufkrans. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1911, S. 106.)

Reinigung des Trinkwassers durch Chlorkalk in Nordamerika (s. **1910**, S. 413), ihre Vorteile und Nachteile. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 46.)

Versuche über Oxydationsvorgänge in Sandfiltern, Mitteilungen aus dem hygienischen Staatsinstitut in Hamburg; von Dr. Noll. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 77.)

Geschwindigkeit des Wassers in Filterbetten; wissenschaftliche Abhandlung. (Eng. record 1911, Bd. 63, S. 111.)

Bedeutung der Wassermesser für die städtische Wasserversorgung (s. **1910**, S. 482). (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1910, S. 415 ff.; Gesundh.-Ing. 1911, S. 9.)

Entwässerung.

Allgemeines. Englische Maßnahmen zur Verhütung von Flußverunreinigungen. (Deutsche Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege 1910, S. 318; Gesundh.-Ing. 1911, S. 49.)

Die Verunreinigung der Flüsse durch die Notauslässe der Mischkanalisation. (Techn. Gemeindebl. 1911, S. 303.)

Erfahrungen über ausgeführte neuere Anlagen zur mechanischen Reinigung städtischer Abwässer; Beurteilung durch Ing. Grimm. — Mit Abb. (Techn. Gemeindebl. 1911, S. 305.) Desgl.; von Scheven. (Ebenda, S. 317.)

Kostenvergleich zwischen der natürlichen und künstlichen biologischen Abwasserreinigung nach einem Wettbewerb im Berliner Architekten-Verein. — Mit Abb. (Wochenschrift d. Arch.-Ver. zu Berlin 1911, S. 29.)

Neuere Erfahrungen über die Behandlung und Beseitigung gewerblicher Abwässer; von Prof. Dr. König in Münster i. W. (Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitsheitspflege 1911, S. 111.)

Beurteilung des rohen und gereinigten Abwassers nach dem Ergebnisse der Analyse. (Surveyor, Bd. 37, S. 403; Gesundh.-Ing. 1911, S. 12.)

Die Menge der industriellen Abwässer in städtischen Straßenkanälen; von Dipl.-Ing. Priester. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 41.)

Geruchsbelästigung bei künstlichen biologischen Abwässerreinigungsanlagen. (Gesundheit 1910, S. 538; Gesundh.-Ing. 1911, S. 111.)

Abwässerreinigung nach Oberbaurat Braun. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 67.)

Betriebsergebnisse aus mechanischen Kläranlagen der Emschergenossenschaft. — Mit Abb. (Techn. Gemeindebl. 1911, S. 313.)

Bestehende und geplante Anlagen. Kanalisation und Wasserversorgung von Swinemünde, erstere nach dem Trennungsverfahren, letztere unter Verwendung von Grundwasser mit Enteisenungsanlage. (Deutsche Bauz. 1911, S. 168.)

Entwässerung von Lissa i. P.; von M. Knauff. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 82.)

Entwässerung und Reinhaltung der Stadt Frankfurt a. M. — Mit Abb. (Techn. Gemeindebl. 1911, S. 307.)

Bau eines Hauptsammelkanals in Nürnberg. Anschlußleitungen, Zugänge usw. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenb. 1911, S. 12.)

Abwässerreinigungsverfahren „Pulsator" nach dem Patent Brown, in England mehrfach zur Einführung bestimmt. Günstige Beurteilung. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 143.)

Abwässerreinigungsanlage in Birmingham. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 173.)

Pumpstation der Entwässerung von Wichita (Kanada) mit selbsttätigem Antriebe. — Mit Abb. (Eng. record 1911, Bd. 63, S. 72.)

Pumpstation in Salt-Lake-City. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1911, S. 103.)

Zwei Kläranlagen in Amerika mit Emscherbrunnen. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1911, S. 151.)

Einzelheiten. Spülen der Sinkkästen auf Straßen von unten her. (Deutsche Bauz. 1911, Beilage zu Nr. 19.)

Voraussichtliche Sicherheit bezüglich des Erfolges bei dem Betriebe biologischer Kläranlagen. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 122.)

Wasserversorgung und Abwässerreinigung in Molkereien. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 163.)

Schlammverzehrung in Faulkammern und Emscherbrunnen, in bejahendem Sinne beantwortet von Guth und Spillner. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 153.)

D. Strafsenbau,

bearbeitet von Geh. Regierungsrat E. Dietrich, Professor an der Technischen Hochschule zu Berlin.

Bebauungspläne und Bauordnungen.

Beziehungen zwischen Bebauungsplan und Straßenbahn; ausführlich und anregend behandelt von Wattmann, Direktor der Straßenbahn in Köln. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbahn 1911, S. 149.)

Rechtsentscheidung über die Entschädigungsfrage der Eigentümer bei Aenderung des Bebauungsplans. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1911, S. 85.)

Bebauungspläne für das Tempelhofer Feld bei Berlin (s. **1910**, S. 254); von Gerlach, Goecke, Genzmer und Stübben. (Bauwelt 1911, 4. März.) — Vorschlag von Jansen. (Techn. Gemeindebl. 1911, S. 346.)

Anordnung der Versorgungsleitungen aller Art unter Fahrdamm und Fußwegen. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1911, S. 6.)

Strafsenneubau.

Allgemeines. Ist die Fahrbahn der Straße, in welcher sich Bahngleise befinden, in Steinpflaster oder Asphalt herzustellen? Die Wasser- und Wegebau-Z. druckt 1911, S. 27, einen Beschluß des Vereins Deutscher Straßenbahn- und Kleinbahn-Gesellschaften ab, wonach dringend empfohlen wird, diejenigen Teile der Straßen, in denen Gleise liegen, zu pflastern und nicht zu asphaltieren. Die Straßenfuhrwerke würden dadurch veranlaßt, das Befahren des Bahnkörpers zu vermeiden und lieber auf dem seitlichen Asphalt zu fahren, die Ausbesserungen am Gleise würden aber bei Pflaster wesentlich vereinfacht. Dieser Beschluß entspricht nach Ansicht des Berichterstatters zu sehr dem einseitigen Standpunkte der Bahnverwaltungen, wenigstens für verkehrsreiche Straßen und Straßen von gewöhnlicher Breite. Es ist für die Nerven der Anwohner nichts unangenehmer, als das wechselnde Geräusch beim plötzlichen Hinüberfahren der Wagen vom Asphalt auf das Pflaster, was in verkehrsreichern Straßen mit solcher Anordnung gar nicht zu vermeiden sein würde. Die Straßen müssen eine ganz ungewöhnlich große Breite haben, wenn der für die Gleise bestimmte Pflasterstreifen seitens der andern Fuhrwerke nur ausnahmsweise befahren werden soll.

Lage der deutschen Pflasterstein-Industrie; von Baurat Wagner. Zutreffend wird auf den unberechtigten Wettbewerb der ausländischen Gesteine hingewiesen (s. **1910**, S. 262). (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1911, S. 32.)

Zeitliche Vereinigung der Neu- und Umpflasterung von Straßen mit Aenderung an den in dem Straßenkörper liegenden Versorgungsleitungen für Gas, Wasser usw. in Bremen. (Techn. Gemeindebl. 1911, S. 335.)

Steinpflaster und Asphaltstraßen in Italien; umfassender Bericht. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1911, S. 77.)

Der Unterbau der Chaussee in seiner Abhängigkeit von der Art des Geländes. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1911, S. 14.)

Straßenbauten in amerikanischen und englischen Städten. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1911, S. 8.)

Verbesserungen im Straßenbau. Es wird besonders auf sogenannte Quarritstraßen (s. **1910**, S. 192) hingewiesen, das sind Straßendecken von Schotter mit bituminöser Füllung der Fugen, also wohl mittels einer Mischung von Teer und Pech. Diese Straßen werden aber nach Ansicht des Berichterstatters vielleicht über Gebühr gelobt, da sie wohl nur für nicht zu starken und nicht zu schweren Verkehr geeignet sind. Der gewöhnlichen Chaussierung sind sie aber besonders hinsichtlich der Staub- und Schmutzvermeidung überlegen. Sie führten in ziemlich gleicher Art der Herstellung bisher den Namen Pechmakadam, der auch wohl beizubehalten sein dürfte. (Bauwelt 1911, S. 17.)

Einzelheiten. Sonnenbrand der Basalte, seine Erkennung und Erklärung; von Dr. Schöndorf. An der Hand der Veröffentlichungen von Prof. Dr. Hirschwald in Berlin und der Arbeiten von Prof. Dr. Tannhäuser in Berlin werden die neuern Erkennungsverfahren dieses erheblichen Gesteinfehlers für Straßenbauzwecke besprochen. (Wasser- u. Wegebau-Z. 1911, S. 26.) Hierzu ist nachzutragen, daß der Sonnenbrand dem Basalte nicht nur als Straßenbaustoff verhängnisvoll wird, sondern ihn auch als Bettungsstoff bei Eisenbahnen ungeeignet macht und daß jene Untersuchungen von Hirschwald und Tannhäuser durch den Berichterstatter behufs einer schiedsrichterlichen Entscheidung über Eisenbahnbauarbeiten im Westerwalde veranlaßt worden sind.

Französische Gerätschaften für den Wegebau. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1911, S. 86.)

Wesen und Wirkungsweise des Westrumits und Antistaubits bei der Befreiung der Straßen von Staub. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 129.) Westrumit ist ein durch Laugenzusatz in Wasser löslich gemachtes Erdöl, Antistaubit ist ein flüssiger Rückstand der Kaliherstellung, im wesentlichen Chlormagnesium. Nach Ansicht des Berichterstatters bleibt es zweifelhaft, ob es nötig ist, diese teilweise durch Patent geschützten kostspieligen Mittel in Anwendung zu bringen an Stelle billigerer Ersatzmittel. (Man sehe hierüber auch Gesundh.-Ing. 1911, S. 148 und Asphalt- u. Teerindustrie-Z. 1911, S. 41.)

Gesetzliche Regelung des Verkehrs mit Selbstfahrern; von Geh. Baurat Nessenius. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1911, S. 99.)

Bau und Unterhaltung der Parkwege (s. **1911**, S. 187). (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1911, S. 52.)

Strafsenunterhaltung, Beseitigung des Strafsen- und Hauskehrichts.

Sprengwagen mit elektrischem Antrieb und künstlich erhöhtem Druck des Wasserausflusses. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1911, S. 81.)

Geplante Müllverbrennungsanlage für Aachen. (Städtereinigung 1910, S. 178; Gesundh.-Ing. 1911, S. 11.)

Neuere Müllverbrennungsanlagen; nach einem Vortrage des Geh. Baurat Winchenbach. — Mit Abb. (Techn. Gemeindebl. 1910, S. 261, 278.)

Müllverwertungsanlage in einer amerikanischen Stadt, bei der Küchenabgänge getrennt von andern Abgängen gesammelt werden. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1911, S. 53.)

Schlacken bei der Müllverbrennung und ihre technische Verwendbarkeit; von Dr. Rohland. (Techn. Gemeindebl. 1911, S. 333.)

Verwendung von Selbstfahrern für die Müllabfuhr (s. **1911**, S. 189). — Mit Abb. (Techn. Gemeindebl. 1910, S. 270.)

E. Eisenbahnbau,

bearbeitet vom dipl. Ingenieur Alfred Birk, o. ö. Professor an der Deutschen Technischen Hochschule in Prag.

Linienführung und Allgemeines.

Neue Methoden für das Studium des Linienzuges der Eisenbahnen; von Ing. le Fort. — Mit Abb. (Rev. génér. des chem. de fer 1910, II, S. 379.)

Kanal oder Eisenbahn. Erörterung der Studie von Gunesch. (Rundschau f. Technik u. Wirtschaft 1910, S. 209.)

Eisenbahn und Wasserstraßen. Kurzer Bericht über die Verhandlungen auf dem VIII. internationalen Eisenbahnkongreß. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 49.)

Massengüterbahnen (s. **1910**, S. 489). Ausführliche Besprechung des gleichbetitelten Werkes von Rathenau und Cauer. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 873.)

Ausgestaltung der Massengüterbahn Wien-Oderberg. Ing. R. Findeis empfiehlt den Bau einer eingleisigen Bahn mit Ausweichstrecken. (Rundschau f. Technik u. Wirtschaft 1910, S. 341.)

Beschlüsse des Internationalen Eisenbahnkongresses in Bern 1910. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 105, 113, 128, 139.)

Zusammenfassender Ueberblick über die Ergebnisse der Verhandlungen der achten Session des Internationalen Eisenbahnkongresses. (Rev. génér. des chem. de fer 1910, II, S. 432.)

Verkehrsfragen des Wettbewerbes „Groß-Berlin“; Vortrag von Prof. Dr.-Ing. Blum. — Mit Abb. (Ann. f. Gew. u. Bauw. 1910, II, S. 191.)

Das neue Schnellbahnnetz im Westen von Groß-Berlin. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 843.)

Die verkehrspolitischen Lehren aus dem Wettbewerb um einen Bebauungsplan für Groß-Berlin. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 1243, 1259, 1277.)

Das neue Gesetz über Bahnen niederer Ordnung in Oesterreich. (Mitt. d. Ver. f. d. Förder. d. Lokalbw. 1910, S. 257; Rundsch. f. Technik u. Wirtschaft 1910, S. 183.)

Lokalbahnverhältnisse und Bahnprojekte in Tirol; von Ing. J. Riehl. (Mitt. d. Ver. f. d. Förder. d. Lokalbw. 1910, S. 203.)

Fortschritte des Eisenbahnbaues und der Technik in den deutschen Kolonien. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 1427.)

Bahnbau in Indien. Bautechnische Mitteilungen. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 991.)

Geschichtliches über die Eisenbahnen Japans. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 1188.)

Statistik.

Statistische Nachrichten von den Eisenbahnen des Vereines Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen für das Rechnungsjahr 1908 (s. **1910**, S. 490). Betriebslänge 104 785 km, davon sind 2296 km schmalspurig. Länge aller Gleise 178 551 km. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1910, S. 292.)

Statistik der Kleinbahnen im Deutschen Reiche für das Jahr 1907. Die im Betriebe stehenden 256 nebenbahnähnlichen Bahnen hatten zusammen 8496,41 km Länge; hiervon besaßen 52,6 % (= 10 Bahnen) die Vollspur, 36,8 % Bahnen die Meterspur, 5,3 % die Spur von 75 cm und 5,3 % eine abweichende Spur. 19 Bahnen wurden elektrisch, 5 mit Dampfmotoren und elektrischen Motoren betrieben. Die Zahl der Straßenbahnen betrug 237 mit 3850,52 km Länge. 61 Bahnen hatten die Vollspur, 148 Bahnen die Meterspur, 16 Bahnen eine abweichende Spur. (Mitt. d. Ver. f. d. Förder. d. Lokalbw. 1910, S. 58.)

Städtische Straßenbahnen in Berlin für die Betriebszeit vom 1. Juli 1908 bis 31. März 1909. (Mitt. d. Ver. f. d. Förder. d. Lokalbw. 1910, S. 325.)

Aachener Kleinbahnen. Mitteilung der Betriebsergebnisse nach dem Werke von Dr. A. Haselmann, Generaldirektor dieser Bahnen. (Mitt. d. Ver. f. d. Förderung d. Lokalbw. 1910, S. 286.)

Betriebsergebnisse deutscher und ausländischer Eisenbahnen im Jahre 1907. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 989, 1005, 1017.)

Sächsische Staatseisenbahnen im Jahre 1909 (s. **1910**, S. 490). Betriebslänge 3315 km; hiervon 477 km Schmalspurbahnen. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 1081.)

Königlich Bayerische Staatseisenbahnen im Jahre 1909 (s. **1910**, S. 264). (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 1579.)

Großherzoglich Mecklenburgische Friedrich-Franz-Eisenbahn im Betriebsjahre 1909/10 (s. **1910**, S. 264). (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 1357.) Rückblick über die 20 Jahre der Staatsbahnverwaltung dieser Bahn. (Ebenda, S. 1399.)

Aus dem Jahresbericht der Badischen Staatseisenbahnen für 1909 (s. **1910**, S. 264). Gesamtlänge 1712,66 km. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 1264.)

Böhmische Lokalbahnen mit Landesgarantie. (Rundsch. f. Technik u. Wirtschaft 1910, S. 189.)

Verwaltungsbericht der Gemeinde Wien — städtische Straßenbahnen für das Jahr 1909. (Mitt. d. Ver. f. d. Förderung d. Lokalbw. 1910, S. 301.)

Statistik der schweizerischen Eisenbahnen für das Jahr 1907 (s. **1909**, S. 442). Länge der vollspurigen Bahnen 3274 km, der schmalspurigen 950 km und der Zahnstangenbahnen 96,3 km; Länge der Seilbahnen 31,85 km mit verschiedenen Spurweiten. (Rev. génér. des chem. de fer 1910, II, S. 81.)

Eisenbahnen Belgiens im Jahre 1908 (s. **1910**, S. 266). Gesamtlänge 4695 km; hiervon 4286 km vom Staate betrieben. (Rev. génér. des chem. de fer 1910, II, S. 462.)

Betriebsergebnisse der fünf großen Eisenbahngesellschaften Frankreichs im Jahre 1909 (s. **1910**, S. 265). (Rev. génér. des chem. de fer 1910, II, S. 155.)

Eisenbahnen in den deutschen Schutzgebieten im Rechnungsjahr 1909 (s. **1910**, S. 265). (Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 601, 613.)

Eisenbahnen von Englisch-Indien im Jahre 1907 (s. **1909**, S. 442). (Rev. génér. des chem. de fer 1910, II, S. 250.)

Statistik der Eisenbahnen der Vereinigten Staaten von Nordamerika für das Jahr 1906/07 (s. **1909**, S. 534). (Rev. génér. des chem. de fer 1910, II, S. 303.)

Beschreibung ausgeführter Bahnanlagen.

Vorortbahn Heddernheim-Oberursel-Hohe Mark. — Mit Abb. (Elektr. Kraftbetr. u. B. 1910, S. 431.)

Hochlegung und viergleisiger Ausbau der Teilstrecke Potschappel-Hainsberg der Linie Dresden-Chemnitz. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1910, S. 268, 281.)

Neue Gebirgsbahn in Baden. Beschreibung der Murgtalbahn **Weisenbach-Forbach.** (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 1471.)

Ein Tag auf dem Pilatus. Obering. F. Žežula gibt viele geschäftliche, bau- und betriebstechnische Mitteilungen über die Pilatusbahn. — Mit Abb. (Rundsch. f. Technik u. Wirtschaft 1910, S. 408.)

Die Vintschgaubahn und ihr Anschluß an die Schweiz. Mitteilungen über die Verkehrsverhältnisse

der Rhätischen Bahn als Anschlußbahn. (Rundsch. f. Technik u. Wirtschaft 1910, S. 395.)

Neue Hochgebirgsbahn von Kristiania nach Bergen; von Sigvard Heber. Der Bau verursachte große Schwierigkeiten; die höchstgelegene Haltestelle hat 1222 m Meereshöhe. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1910, S. 617.)

Eisenbahnlinie Adis-Abeba-Dschibuti (Afrika). 1 m Spurweite; günstige Betriebsergebnisse. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 1111.)

Die Serrabahn in Brasilien überwindet in einer Länge von 10 km einen Höhenunterschied von 800 m mit fünf hintereinander liegenden Seilebenen. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 369.)

Eisenbahnen des Rio grande do Sul (Brasilien). Beschreibung ihres Baues und Betriebes; Spurweite 1 m. — Mit Abb. (Rev. génér. des chem. de fer 1910, II, S. 45; Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 1327.)

Eisenbahnunterbau.

Einsenkung von Böschungen. H. Oostinjer weist mathematisch nach, daß eine Böschung nach oben hohl geschüttet werden muß, wenn sie nach Einsenkung gerade sein soll. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1910, S. 420.)

Eisenbahnoberbau.

Güteziffer des Materials für Eisenbahnoberbau und Betriebsmittel; von Dr.-Ing. H. Saller. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 1563.)

Neuerungen am Eisenbahnoberbau. Auszug aus einem Vortrage von Haarmann. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 1515.)

Bleibende Formänderungen an den Schienenenden (s. **1910**, S. 492); von Ministerialrat Weikard in München. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1910, S. 382.)

Ermittlung der Liegedauer der Eisenbahnschwelle. Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor E. Biedermann zeigt ein mathematisch-bildliches Verfahren. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1910, S. 340, 361.)

Wirkungen des Frostes auf das Eisenbahngleis und Schutzmaßregeln dagegen. Obering. Leo von Lubimoff (St. Petersburg) teilt seine Erfahrungen in Rußland mit. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1910, S. 344, 358, 373, 391.)

Eisenbetonschwellen bei den amerikanischen Eisenbahnen. Auszug aus dem Bericht des Schwellenausschusses der Amerikanischen Eisenbahnbau- und Unterhaltungs-Vereinigung. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 459.)

Selbsttätige Gleisklemme gegen das Wandern der Schienen. Morgenstern führt zuerst den Nachweis, daß der größte Teil der Gleisunterhaltungskosten durch das Wandern verursacht wird, zeigt dann die Unwirksamkeit der ältern Mittel dagegen, erörtert die Eigenschaften einer wirksamen Vorrichtung und beschreibt die Ergebnisse mit der Dorpmüllerschen Keilverschlußklemme. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1910, S. 281, 317.)

Prellböcke für Eisenbahngleise; von A. Baum. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1910, S. 307.)

Prellbock mit Schlepprost von Rawie. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1910, S. 324.)

Bahnhofsanlagen und Eisenbahnhochbauten.

Große Bahnhöfe (s. **1910**, S. 493). Bericht über Amerika für die achte Sitzung des Internationalen Eisenbahnkongresses von A. Jaggard, Inspektor der Pennsylvania-Eisenbahn. — Mit Abb. (Bullet. d. internat. Eisenb.-Kongreß-Verbandes 1910, S. 3503.)

Zugkreuzungsstellen eingleisiger Bahnen; von Geh. Baurat Seyberth. Die Fernbedienung der Abzweigungsweichen verlangt einen derartigen Anschluß der Nebengleise an die Hauptgleise, daß beim Verschieben der Güterzüge über die Abzweigungsweichen deren Umstellen nicht erforderlich wird. Der Aufsatz bringt eine Reihe von Beispielen. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 435.)

Neuer Bahnhof Rennbahn im Grunewald bei Berlin (s. **1909**, S. 535) und die Herstellung besondrer Vorortgleise zwischen Bahnhof Heerstraße und Spandau. — Mit Abb. (Zentralb. d. Bauverw. 1910, S. 537, 553.)

Umgestaltung der Eisenbahnanlagen in Chemnitz. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 1323.)

Kohlenverladebühnen in Mannheim. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1910, S. 250, 265.)

Neues Gleisnetz und neuer Personenbahnhof der Newyork Central and Hudson River Railroad in Newyork. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 1077.)

Elektrischer Bahnbetrieb.

Elektrische Untergrundbahn der Stadt Schöneberg. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 625.)

Elektrische Bahn Lugano-Tesserete. 8 km Länge, 1 m Spurweite, kleinster Halbmesser 50 m, größte Neigung 65 ‰. Betrieb mit Gleichstrom von 1000 Volt Fahrdrahtspannung, der aus Drehstrom von 25000 Volt Verteilungsspannung erzeugt wird. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 317, 333.)

Wechselstrombahn Padua–Fusina; von C. H. Eigenheer. — Mit Abb. (Elektr. Kraftbetr. u. B. 1910, S. 221.)

Wechselstrombahn London–Brighton. Mitteilung über die günstigen Erfolge der Einführung des elektrischen Betriebes. (Elektr. Kraftbetr. u. B. 1910, S. 115.)

Aufsergewöhnliche Bahnen.

Uebersicht der österreichischen Eisenbahnen besondrer Bauart. Eine kritische Beleuchtung der Eisenbahnstatistik von Ing. H. v. Littrow. (Rundsch. f. Technik u. Wirtschaft 1910, S. 201, 228, 268, 345, 368.)

Zusammenstellung über ausgeführte Zahnstangenbahnen; von Ing. Boesch-Ouzelt in Oerlikon. (Mitt. d. Ver. f. d. Förderung d. Lokalbahnw. 1910, S. 275.)

Mendel- und Rittnerbahn (s. **1910**, S. 267 und **1905**, S. 203). Erstere ist Seilbahn, letztere eine gemischte Bahn (Reibungs- und Zahnbahn). Eingehende Beschreibung der Anlage und des Betriebes. (Mitt. d. Ver. f. d. Förderung d. Lokalbw. 1910, S. 233.)

Holztransportanlage in den transsylvanischen Alpen. 15 km Länge. Neigungen 2:3; größte freie Seilspannung 650 m. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1909, II, S. 71.)

Einschienenbahnen; von E. A. Ziffer (s. **1910**, S. 494). — Mit Abb. (Mitt. d. Ver. f. d. Förderung d. Lokalbw. 1910, S. 113.)

Neuere Einschienenbahnsysteme und zwar die Anordnung Bellani-Benazolli und die Kearney-Einschienen-Schnellbahn. — Mit Abb. (Mitt. d. Ver. f. d. Förderung d. Lokalbw. 1910, S. 322.)

Technische und wirtschaftliche Aussichten der einschienigen Kreiselbahnen; von Dr.-Ing. Alf. Kurth, technischem Leiter des Scherlschen Einschienenbahn-Unternehmens. (Elektr. Kraftbetr. u. B. 1910, S. 441.)

Eisenbahnbetrieb.

Vorteile der Bildung von Zugsgruppen bei Massengüterbahnen; von Ing. R. Findeis. — Mit Abb. (Rundschau f. Technik u. Wirtschaft 1910, S. 128.)

Aenderung der Signalordnung für die Eisenbahnen Deutschlands vom 24. Juni 1907 (s. **1910**, S. 494). Bemerkenswert durch die Aufnahme der gelben Farbe (bzw. des gelben Lichtes) als Signalfarbe. — Mit Abb. (Bull. d. intern. Eisenb.-Kongreß-Verb. 1910, S. 4001.)

Mitwirkung des Eisenbahnzuges zu seiner Sicherung; Vortrag von Reg.-Baumeister Bardtke. — Mit Abb. (Ann. f. Gew. u. Bauw. 1910, II, S. 146, 161.)

Beitrag zum Vorbeugen von Eisenbahnunfällen. Reg.-Bauführer Backofen bespricht die Hinzuziehung der Begleitmannschaft zur Ueberwachung des Lokomotivführers. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1910, S. 440.)

Neuere Verbesserungen beim elektrischen Armsignal von Lartigue. — Mit Abb. (Rev. génér. des chem. de fer 1910, II, S. 279.)

Ueberfahren der Haltesignale und automatische Signalgebung im Eisenbahnwesen (s. **1910**, S. 495). Ing. A. Braun spricht sich gegen selbsttätige Aufhaltevorrichtungen bei Signalen aus. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 1096.)

Verhütung des Ueberfahrens der Haltsignale. Bahnbauinspektor Blum hält die Führerstandsignale, Fernbremsen u. dgl. nicht für geeignet, den Grad der Betriebssicherheit zu erhöhen. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 1109.)

Neuer Vorschlag zur Verhütung des Ueberfahrens von Haltsignalen; von A. Erbstein. Der Lokomotivführer soll durch ein sichtbares und hörbares Zeichen aufmerksam gemacht und gleichzeitig die Strecke und ihre Begrenzungsstationen von dem Ueberfahren des Haltsignals benachrichtigt werden. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 1309.)

Sicherung gegen das Vorbeifahren von Zügen an Haltsignalen. Ing. Ph. Petersen empfiehlt die Einführung selbsttätiger Bremsanschläge und sucht dies näher zu begründen. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1910, S. 419.)

Durchfahrsignal. Eisenbahn-Bauinspektor Dr. Martens empfiehlt die Verschmelzung des Ein- und Ausfuhrsignals zu einem einzigen Signalbilde des Durchfahrsignals. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 901.)

Selbsttätige Zugsicherungsvorrichtung nach Braam (s. **1910**, S. 495). — Mit Abb. (Rundsch. f. Technik u. Wirtschaft 1910, S. 114.)

Neue Einrichtungen zur Sicherung des Bahnbetriebes, ausgeführt von Favarger & Co. in Neuchâtel und beschrieben von Prof. Dr. Tobler in Zürich. Es werden neue Schaltungen von elektrischen Distanzsignalen und die Sicherungsanlage für den Bahnhof Locle (Jura-Neuchâtelois) besprochen. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 181.) Ergänzung. (Ebenda, S. 211.)

Der Fahrstraßenhebel im mechanischen und Kraftstellwerk (s. **1910**, S. 495). Erörterung der Frage zwischen Diehl und Pfeil. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 1149.)

Weichen- und Signalstellung in England und seinen Kolonien, Belgien, Frankreich und Italien. Bericht für die achte Sitzung des internationalen Eisenbahn-Kongresses; von Obering. L. Weißenbruch und Ing. J. Verdeyen. — Mit Abb. (Bull. d. internat. Eisenb.-Kongreß-Verb. 1910, S. 3569.)

Zweifache Anwendung des Selbsteinstellers M. D. M. der französischen Nordbahngesellschaft für die Einstellung durch Druckflüssigkeit und die Verriegelung der Weichen und Signale der Stellwerke zu Landy bei Paris. — Mit Abb. (Rev. génér. des chem. de fer 1910, II S. 191; Bull. d. internat. Eisenb.-Kongreß-Verb. 1910, S. 3713.)

Bildliche Bahnhofsfahrordnungen; von Bahnhofsvorsteher Kühl in Hamburg. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 1595.)

Haben sich die Agenten auf Nebenbahnen bewährt? Heidensleben empfiehlt kleinere Bahnhöfe mit Agenten, stärker beanspruchte mit Hilfsbeamten zu besetzen. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 1430.)

Verfahren bei der Gleisunterhaltung. Erörterung der Frage der Hauptuntersuchung und der Bedarfsarbeit im Technischen Ausschusse des Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1910, S. 421, 444.)

Streckenkraftwagen für Oberbauarbeiten. Beschreibung einer auf amerikanischen Bahnen verwendeten Bauart. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1910, S. 440.)

Elektrische Zugbeleuchtung. Ueberblick über die Anwendung und die verschiedenen Anordnungen. (Bull. d. internat. Eisenb.-Kongreß-Verb. 1910, S. 4185.)

F. Grund- und Tunnelbau,

bearbeitet vom Geh. Baurat L. von Willmann, Professor an der Technischen Hochschule zu Darmstadt.

Grundbau.

Gründung des Arngast-Leuchtturmes bei Wilhelmshaven; von C. Wesemann. Die Baustelle des 30 m über gewöhnliches Hochwasser sich erhebenden, aus Klinkern erbauten Turmes liegt mitten im Jadebusen auf einem Sandwatt, das 2,2 m unter H.-W. liegt und sich bei einem Flutwechsel von 3,5 m etwa 1,3 m über N.-W. erhebt und drei Stunden in jeder Tide trocken liegt. Kastengründung auf Pfahlrost. Die Pfähle wurden 7 m tief gerammt; der Kasten in einem Trockendock hergestellt und bei Hochwasser mit etwa 1,5 m Tauchtiefe mit einem Schleppdampfer zur Baustelle geschleppt, wo er, unter Benutzung von leichten Führungsgerüsten, durch Wasserballast auf die besonders vorbereiteten Pfahlköpfe abgesenkt wurde. Mit fallendem Außenwasser wurde der Kasten vom Binnenwasser geleert und war damit zur Ausmauerung bereit. Der Kasten bestand aus einer durch radial gestellte Spanten versteiften Blechhaut mit einem Eisenbetonboden. Ausführliche Beschreibung der Kastenherstellung und der Gründungsarbeiten. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1910, S. 688; Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1910, S. 1916.)

Gründung der Garnisonkirche in Ulm a. D. auf Betonpfählen nach Strauß, die in Längen bis zu 10 m zur Anwendung kamen. Kurze Beschreibung der Ausführung. — Mit Schaub. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 274.)

Gründung eines Laufkran-Unterbaues im Nordhafen von Berlin. Verwendung Mastscher Betonpfähle (s. **1910**, S. 497) von 30 cm Durchmesser und 5 bis 6 m Länge, in Bündeln von je 4, mit Zwischen-

räumen von 4,82 m von Mitte zu Mitte Bund und in etwa 2 m Abstand von der Ufermauer. Diese Pfahlbündel wurden in einem vorher ausgeworfenen Graben von 2 m Tiefe und 1,46 m Breite eingerammt. Der Graben wurde dann bis nahe an die Oberkante der Pfähle mit Sparbeton (1:12 bis 1:14) ausgestampft und dann eine Betonplatte aus fetter Mischung aufgebracht. Kurze Beschreibung. — Mit Abb. (Zement u. Beton 1910, S. 748.)

Gründung einer Bahnunterführung in Eppeghem; von O. Amiras. Mit Rücksicht auf die schlechte Bodenbeschaffenheit in Vilvorde und Eppeghem wurde für eine Bahnunterführung von 10 m lichter Weite eine schwebende Gründung vorgeschrieben, die aus einer durchlaufenden Eisenbetonplatte von 50 cm mittlerer Stärke auf umschnürten Eisenbetonpfählen bestand. Ausführliche Beschreibung der Ausführung. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1910, S. 341.)

Unterbauten der St. Louis Municipal-Brücke. Die vier 58 m hohen Pfeiler aus Mauerwerk und Beton für die Stromöffnungen wurden mittels Druckluft mit Hilfe hölzerner Senkkasten 40,5 m unter dem Hochwasserspiegel gegründet. Einzelheiten der Pfeiler, der Senkkasten und des Vorganges der Bauarbeiten. — Mit Abb. u. Schaub. (Eng. record 1910, Bd. 62, S. 427.)

Bau und Absenkung des Senkkastens für den Nordpfeiler der Quebec-Brücke (s. **1911**, S. 190). — Mit Abb. u. Schaub. (Eng. record 1910, Bd. 62, S. 444.)

Beendigung der Gründung des Stadthauses in Newyork (s. **1910**, S. 496). Im September 1910 wurde der letzte von den 106 Senkkasten für das rd. 50 m breite und 115 m lange 25stöckige Gebäude mit einem 40stöckigen Turm abgesenkt. Beschreibung des Arbeitsvorganges mit Einzelheiten. — Mit Lageplan, Abb. u. Schaub. (Eng. record 1910, Bd. 62, S. 522.)

Ungewöhnliche Gründung eines Gebäudes mit zwölf Stockwerken. Das 25,3 m breite und 30 m lange Gebäude wurde auf einem Pfahlrost 3,8 m tief unter der Straßenoberfläche gegründet, wobei ein benachbartes vierstöckiges Gebäude abgestützt werden mußte, um dann seine Giebelmauern um 1,68 m tiefer, bis auf die Sohle der Baugrube hinabzuführen. Beschreibung der Ausführungsweise und der Absprießung. — Mit Schaub. (Eng. record 1910, Bd. 62, S. 400.)

Tiefe Unterfahrung unter Sandboden. Zur Gründung der Tragpfeiler für ein zwölfstöckiges Gebäude aus Eisenfachwerk mußten die benachbarten, auf feinem Sande gegründeten fünf- und sechsstöckigen Gebäude aus Ziegelmauerwerk unterfangen werden. Eingehende Beschreibung. — Mit Abb. (Eng. record 1910, Bd. 62, S. 461.)

Wie soll die Baugrube beschaffen sein? Besprechung der Anforderungen an die Ausstattung einer Baugrube. Abstecken des Bauplatzes; Herstellung und Abstützung der Baugrube; Abschluß gegen Wasserzudrang; Erddämme, feste und bewegliche Fangdämme; Trockenlegung. (Südd. Bauz. 1910, S. 326.)

Bemerkenswerte Neuerungen bei Druckluftgründungen; von Lüscher. Es werden einige Neuerungen besprochen, die bei der Druckluftgründung der Turbinenanlage für das Elektrizitätswerk der Stadt Aarau Anwendung gefunden haben, und zwar ein mit Druckluft betriebenes Strahlgebläse zur unmittelbaren Förderung des sandigen Aushubs und ein Sicherheitsverschluß der Luftschleusenkammer, durch welchen beim Oeffnen der innern Tür die äußere Tür selbsttätig verriegelt wird und umgekehrt. — Mit Abb. und Schaub. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 309; Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1910, S. 2156.)

Gründung mit Betonpfählen. Die bekannten Simplexpfähle (s. **1910**, S. 253), auch solche mit Alligatorspitze, werden kurz besprochen. — Mit Abb. (Rev. industr. 1910, S. 522.)

Konus-Betonpfahl, eine neue Gründungsart; von W. Siegfried. Die Ausführungsweise Stern, D. R. P. 214129 (s. **1910**, S. 417) wird ausführlich besprochen unter mathematischer Begründung und unter Beifügung von Rammprotokollen, sowie einer Tabelle der Eindringungswiderstände. Gleichzeitig wird die Hand- und Dampframmung von Konus-Betonpfählen erörtert und werden Beispiele solcher Gründungen gebracht. — Mit Abb. u. Schaub. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 235; Génie civil 1910, Bd. 58, S. 132.)

Berechnung der Tragfähigkeit gerammter Pfähle; von Kafka. Besprechung der bekannten Rammformeln. Ermittlung des Widerstandes beim Eindringen ohne und mit Berücksichtigung der Bodenelastizität. Zahlenbeispiele und Schlußfolgerungen. — Mit Abb. (Arm. Beton 1910, S. 415, 469.)

Eiserne Spundwand von Larssen; von J. Wilhelmi. Besprechung früher angewendeter eiserner Spundwände. Eingehende Betrachtung der „Larssen-Spundwand", die aus rinnenförmigen Walzprofilen besteht, welche wechselseitig zu beiden Seiten der neutralen Achse des Gesamtquerschnittes der Spundwand angeordnet sind, sich also zur doppelten Wellenhöhe ergänzen und in der Nähe der neutralen Achse ihre Verbindungsstellen haben. Dadurch ist ein hohes Widerstandsmoment bei geringstem Materialaufwande erzielt. Verschiedene lehrreiche Beispiele der Anwendung dieser Spundwand, die den Belastungsverhältnissen angepaßt wurde, namentlich für Ufereinfassungen, für welche drei Profilformen zur Verwendung kamen. Die Lebensdauer der „Larssen-Wand" als Uferwand kann zu etwa 80 bis 100 Jahren angenommen werden. — Mit Abb. u. Schaub. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1910, S. 2094.)

Tunnelbau.

Der Heidelberger Königstuhltunnel wurde am 29. Oktober 1910 durchgeschlagen. Der rund 2,5 km lange Tunnel beginnt auf der Ostseite in unmittelbarer Nähe des Ausganges des Schloßbergtunnels und verläuft in südwestlicher Richtung. Auf der Ostseite traf man auf Granit, dann auf roten Sandstein bis nahe an den westlichen Ausgang, wo Kies und Löß durchfahren wurden. Auf der Westseite wurden die Arbeiten durch bedeutende Wassermengen erschwert. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 1416; Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1910, S. 2078.)

Nord- und Süd-Untergrundbahn der Stadt Berlin, deren Bau genehmigt wurde und in vier Jahren vollendet sein soll. Kurze Beschreibung. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 1476, 1506; Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1910, S. 2155.)

Spreetunnel im Zuge der Berliner Hoch- und Untergrundbahn. Kurze Beschreibung einer Besichtigung des 10 m unter dem Spreespiegel in Arbeit befindlichen Tunnels. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 1584.)

Die Schöneberger Untergrundbahn wurde am 1. Dezember 1910 dem Verkehr übergeben. Kurze Beschreibung. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 1488, 1553.)

Untergrundbahn für das Zentral-Briefpostamt in München. Vom Starnberger Sommerbahnhof bis in den Hof des Verkehrsministeriums verläuft diese 350 m lange Untergrundbahn, in verschiedenen Steigungen bis auf 6,8 m Tiefe unter der Straßenoberfläche sich absenkend,

mit rechteckigem Querschnitt von 2,35 m Breite und 1,8 m Höhe und mit einer kastenförmigen Vertiefung in der Mitte, die das Begehen des Tunnels ermöglicht. Auf den beidseitigen Banketten ist das Gleis für die Schmalspurbahn verlegt. Die Ausführung erfolgte als Plattenkanal nach der Bauart „Eschenbrenner". Die Decke wurde aus Eisenbeton nach Bauart „Herbst" hergestellt. Die Ausführung geschah in offener Baugrube, wobei teilweise in 2,8 m tiefem Grundwasser gearbeitet werden mußte. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 1520.)

Bau der großen Alpentunnel nach den Erfahrungen am Simplontunnel. Nach den von Brandau gemachten Mitteilungen (s. **1910**, S. 269) werden besprochen 1. der Wert der Voruntersuchung, 2. die vom Tunnelmauerwerk zu tragenden Lasten (Gebirgsdruck), 3. die Gesteinstemperatur und der Einfluß der Wassereinbrüche auf die Arbeiten, 4. die Art des Vortreibens, 5. die Stärke des Mauerwerks. — Mit 1 Abb. (Génie civil 1910, Bd. 57, S. 395.)

Tabellarische Zusammenstellung über den Stand der Arbeiten am Lötschbergtunnel in den Monaten August, September und Oktober 1910 (s. **1911**, S. 191). (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1910, S. 672, 733, 787.)

Monatsausweise über die Arbeiten am Lötschbergtunnel (s. **1911**, S. 191). Stand der Arbeiten in den Monaten September, Oktober und November 1910. Der mittlere Tagesfortschritt betrug auf der Nordseite 7,86 m, 8,45 m und 8,79 m, auf der Südseite 4,47 m, 5,45 m und 5,76 m. Die Gesteinstemperatur vor Ort auf der Südseite betrug im Oktober 33 ° C, die höchste wurde im August mit 34,2 ° C erreicht. Der durch die siebenmonatliche Vortriebeinstellung und durch Preisgabe der am 24. Juli 1908 verschütteten Stollenstrecke erzielte Vorsprung auf der Südseite ist auf der Nordseite eingeholt. Der Durchschlag dürfte im März 1911 zu erwarten sein. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 215, 270, 344, 362.)

Elektrische Untergrundbahn „Nord-Süd" von Paris. Die am 5. November 1910 dem Betrieb übergebene Strecke wird ausführlich besprochen und der Bauvorgang bei Herstellung der Tunnelbauten geschildert.— Mit Lageplänen, Abb., Schaub. und 2 Tafeln. (Génie civil 1910, Bd. 58, S. 113.)

Ausführung der Station „Rue de Crimée" der Metropolitain-Bahn in Paris; von Suquet. Die Widerlager wurden aus Eisenbeton, das elliptische Gewölbe von 12,7 m Spannweite aus Mauerwerk ausgeführt, wobei der Gewölberücken 3,9 m unter der Straßenoberfläche zu liegen kam. Ein in der Straßenmitte in dieser Tiefe liegender Kanal wurde als Doppelkanal über den Widerlagern angeordnet. Ausführliche Beschreibung. — Mit Abb. auf einer Tafel. (Ann. des ponts et chauss. 1910, IV, S. 106.)

Tunnelbauten in Eisenbeton in den Vereinigten Staaten von Amerika; von H. Raschke. Die Ausführung der Anschlußtunnel für die Unterwasserstrecken der Pennsylvania- und Long Island-Bahn und der 180 m lange Tunnel der Panama-Bahn bei Miraflores werden besprochen und durch Querschnitte erläutert. Von letzterm liegen etwa 120 m in festem Fels, der übrige Teil in Lehm. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1910, S. 373.)

Eisenbeton unter Tage; von F. Baumstark. Kanäle und Spülkammern aus Eisenbeton. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1910, S. 371.)

Anwendung von Kehrtunneln auf der Kanadischen Pacific-Bahn. Durch zwei 880 und 976 m lange Kehrtunnel wurde beim Umbau der Strecke zwischen Field und Hector die Steigung von 4,4 % auf 2,2 % ermäßigt. Beschreibung der Anlage. — Mit Abb. (Eng. news 1910, II, S. 512.)

Umbau eines Straßentunnels unter dem Chicagofluß (s. **1911**, S. 192). Drei Tunnel mußten im Interesse des Schiffsverkehrs tiefergelegt werden, was in der Weise geschah, daß flache Eisenbetondecken im Schutze der bestehenden Tunnelgewölbe hergestellt und die Widerlager dann tiefer hinabgeführt wurden. Das letztere geschah auf verschiedene Weise. Die für den Tunnel im Zuge der Washingtonstraße gewählte Bauweise wird eingehend beschrieben. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1910, S. 730.)

Drucktunnel der Catskill-Wasserleitung (s. **1910**, S. 500). — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1910, S. 499.)

Eröffnung des Tunnelbetriebes der Pennsylvania-Bahn am 8. September 1910. Kurze Beschreibung. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 1237.)

Otiratunnel in Neuseeland in einer die Südinsel von Ost nach West durchquerenden Eisenbahnlinie. Der Tunnel erhält eine Länge von 8,65 km und einen mit Beton ausgekleideten hufeisenförmigen Querschnitt von 5,2 m größter Höhe und 4,6 m größter Breite. Die Ostmündung bei Bealey liegt 747 m über Meer und von hier aus fällt die Tunnelsohle nach Otira zu bis auf 488 m, so daß sie rd. 1 : 30 Gefälle besitzen wird. Der Tunnel wird nach englischer Art mit einem Sohlenstollen vorgetrieben, dem der Firststollen nachrückt, worauf der Vollausbruch erfolgt. Auf jeder Seite werden zwei Ingersoll-Bohrmaschinen verwendet, die elektrisch von Kraftwerken aus angetrieben werden. Der tägliche Vortrieb beträgt gegenwärtig auf jeder Seite 3,66 bis 4 m. Die Bauzeit wird auf fünf Jahre angenommen. Die Baukosten sind auf 12 000 000 M. veranschlagt. — Mit Lageplan u. Schaub. (Engineer 1910, II, S. 395; Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1910, S. 1395.)

Lüftung der Tunnelanlagen der Untergrundbahn in Newyork. Kurze Beschreibung der unter den Bürgersteigen angebrachten Lüftungskammern, der selbsttätigen Klappen, der Lufträder und der Art der Abkühlung der Luft durch in Röhren gepreßtes kaltes Wasser. — Mit Abb. (Rev. génér. des chem. de fer 1910, S. 474.)

G. Brückenbau und Fähren; Statik der Baukonstruktionen,

bearbeitet von R. O. Bertschinger in Hannover.

Stein-, Beton- und Eisenbetonbrücken.

Eisenbetonbogenbrücken der Eisenbahnlinie Klaus-Agonitz; von Nowak. Ausführliche Beschreibung einiger neuerer Eisenbetonbogen- und Balkenbrücken; Angaben über die Materialzusammensetzung und die Festigkeiten; Beschreibung der Bauausführungen, der Lehrgerüste und der Belastungsproben. — Mit Abb. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1911, S. 33, 49.)

Neuere Bauausführungen in Eisenbeton bei der württembergischen Staatseisenbahnverwaltung; von Jori und Schaechteile. Allgemeine Betrachtungen über die Vorteile der Eisenbetonbrücken gegenüber Eisen- und Steinbrücken. Beschreibung der neuen Eisenbahnbrücke über den Neckar in Tübingen. Eingleisige Eisenbahnbrücke mit zwei Oeffnungen von je 34 m Lichtweite. Die Gewölbe sind als Dreigelenkbogen mit verlorenen Widerlagern ausgebildet und in zwei 1,30 m breite Bogenrippen aufgelöst. Die Fahrbahntafel ist im mittlern Teil eingehängt, gegen die Widerlager hin frei gestützt. Walzgelenke aus Gußstahl. Der Beton hinter

den Gelenken hat zur Aufnahme der hohen Druckspannungen Spiralbewehrung erhalten, im übrigen sind die Bogenrippen mehr aus konstruktiven als statischen Gründen mit Längseisen bewehrt. Angaben über die Festigkeitsberechnung, die Materialzusammensetzung, die Bauausführung, die Lehrgerüste und die Kosten. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1911, S. 4, 29.)

Fußgängerbrücke über die Poststraße in Myslowitz (O.-Schl.); von Magelßen. Die Eisenbeton-Fußgängerbrücke ruht unabhängig von den anschließenden Gebäuden auf 4 Eisenbetonstützen. Berechnung; bauliche Ausbildung. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1911, S. 45.)

Eisenbetonbrücke über den Iserfluß in Sojowitz; von Spacek. Eisenbetonplattenbalken von 14 bis 18 m Lichtweite zur Ueberführung einer 5 m breiten Straße. Bauausführung. — Mit Zeichnungen und Schaubildern. Gute architektonische Lösung einer Eisenbetonbalkenbrücke. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1910, S. 379.)

Brücken und Durchlässe der neuen Abkürzung der Delaware-, Lackawanna- und Western-Eisenbahn (Nordamerika); von Raschka. Einige bemerkenswerte Angaben über den Bau amerikanischer Eisenbetonbrücken. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1911, S. 51.)

Einfluß der Luftwärme auf die Spannungen in Eisenbetongewölben; von Stern. An einer Eisenbetonbrücke von 7,3 m Breite und 43 m Lichtweite angestellte Beobachtungen über Durchbiegungen des Scheitels und Luftwärme, die einen Zeitraum von mehr als drei Monaten umfassen, sind in Tabellen wiedergegeben. Als größtes Maß der Durchbiegung infolge der Luftwärme bei einer Wärmeschwankung von 30° C ergab sich ein Betrag von 14,2 mm. Während die Luftwärme zwischen + 5° und + 35° schwankte, änderte der Bogen seine Wärme nur um 10,8°, d. i. ungefähr den dritten Teil des Wärmeunterschiedes der Luft. Demgemäß würde eine Aenderung von 50° Luftwärme, eine Größe, die in unsrer Gegend kaum überschritten werden dürfte, nur mit dem dritten Teil für den Bogen in Rechnung zu stellen sein, oder, mit andern Worten, der in der amtlichen österreichischen Vorschrift enthaltene Unterschied ist auf ungefähr ein Drittel zu ermäßigen. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1911, S. 38.)

Herstellung einer Eisenbetonbrücke in zwei Bauabschnitten; von Roch. Ausführung einer Eisenbetonplatten-Balkenbrücke. Die Untersuchung über die Stoßwirkung der Verkehrslasten führt zu dem Schluß, daß eine möglichst ruhige Fahrt gewährleistende Fahrbahndecke — Schotter, Asphalt, Holzpflaster — bei Eisenbetonbrücken von großem Einfluß auf die Herabsetzung der Beanspruchungen ist, und daß bei außergewöhnlichen Belastungen Sandüberschüttung als sehr stoßmildernd zu empfehlen ist. — Mit Zeichnungen und Schaubildern. (Beton u. Eisen 1910, S. 294.)

Eiserne Brücken.

Kaiserbrücke in Breslau; von Trauer. Die neueste und zugleich die größte deutsche Hängebrücke mit Versteifungsträgern ist die im Herbst vorigen Jahres dem Verkehr übergebene Kaiserbrücke über die Oder in Breslau. Die Brücke hat eine lichte Durchfahrtsöffnung von 112,5 m und 3,98 m Höhe über dem höchsten schiffbaren Wasserstande. Breite der Fahrbahn 11 m, der Fußwege je 3,5 m. Die Ketten der Brücke sind von den steinernen Türmen landwärts in steiler Linie schräg nach unten geführt und erfahren über der Straßenoberfläche eine Umlenkung senkrecht nach unten, um in einem mächtigen Betonkörper von rd. 3500 cbm Inhalt auf jedem Ufer verankert zu werden. Das Tragwerk der Brücke besteht aus den in 20 m Abstand angeordneten Ketten, den in 18,9 m Abstand liegenden Versteifungsträgern und der Fahrbahn, die mittels je 24 Hängestäbe an die Ketten angehängt ist. Belastungsannahmen und zulässige Beanspruchungen. Die Querträger haben außer der Fahrbahn und den Fußwegen noch die Versteifungsträger zu tragen. Die Ermittlung der Verkehrslastspannungen bietet insofern eine Besonderheit, als bei gewissen Belastungen der Brücke ein Teil der Querträgerlasten an die Kette, ein Teil an die Versteifungsträger abgegeben wird. Die Querträger erleiden die größten Beanspruchungen bei Belastung durch schwere Einzellasten auf ihnen selbst und Belastung der Nachbarquerträger durch Menschengedränge. Angenähert der Ueberschuß der Einzellasten über die normale Last wird bei Vollast der Brücke an die Versteifungsträger abgegeben. Das Haupttragwerk, die Kette mit dem Versteifungsträger, ist einfach statisch unbestimmt. Die Kette hat das gesamte Eigengewicht der Brücke zu tragen. Die Versteifungsträger sind einfache Strebenfachwerksträger mit einer Höhe von $^1/_{13}$ der Spannweite. Die Gründung erfolgte unter Grundwasserabsenkung. Angaben über die Materialien, die Bauausführung, die Kosten usw. — Mit vielen guten Zeichn. und Abb. (Deutsche Bauz. 1911, S. 6, 15, 26, 47, 82.)

Bemerkenswerte Wiederherstellung einer Brücke. Die 1847 erbaute hölzerne Eisenbahnbrücke der Great Northern Railway soll durch eine neue eiserne Brücke von größerer Spannweite ersetzt werden. Angaben über die Pfeiler und deren Gründung. — Mit 1 Abb. (Engineer 1911, I, S. 23.)

Neubau der Draubrücke in Marburg; von Hochsinger. Lage und Anordnung der Brücke. Die Strombrücke übersetzt den Fluß mit drei Oeffnungen von 38,6 m, 39,2 m und 38,6 m Lichtweite. Als Hauptträger dienen drei je im Abstande von 4 m liegende durchlaufende Vollwandbogenträger von je 40,32 m Stützweite in den Seitenöffnungen und 42 m Stützweite in der Mittelöffnung. Nutzbare Breite der Brücke 12 m, wovon 8 m für die Fahrbahn und je 2 m für die ausgekragten Gehwege. Die Flutöffnungen sind massiv überwölbt. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1910, S. 657.)

Eröffnung der Kaiser Franz Josef-Brücke über die Elbe in Leitmeritz. Mitteilung einiger wesentlicher Angaben über die Brücke. Der eiserne Ueberbau wurde als durchlaufender Gelenkträger über acht Oeffnungen gebaut. Gesamtlänge 400 m. — Mit Skizzen und 1 Schaubild. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1910, S. 673.)

Auswechslung des eisernen Ueberbaues der Bahnbrücke über die March bei Napagedl; von Winternitz. Die zweigleisige Eisenbahnlinie Wien-Krakau übersetzt die March mit einer Brücke von fünf Oeffnungen zu je 18,9 m Lichtweite. Der bei Auswechslungen während des Betriebes übliche Vorgang, wonach die neuen Ueberbauten auf seitlichen Gerüsten zusammengestellt, vollständig vernietet und sodann während einer Zugspause in die Bahn geschoben werden, wäre an dieser Baustelle aus näher erläuterten Gründen ziemlich kostspielig gewesen. Es wurden deshalb die alten, je 26 t schweren Ueberbauten einzeln aus den Lagern gehoben, auf Eisenbahnwagen verladen und in die Nachbarstation gebracht. Auf demselben Wege brachte man dann die in Werke vollständig vernieteten, je 25,3 t schweren neuen Tragwerke wieder in die Bahn, so daß die gesamte an der Baustelle zu leistende Nietarbeit sich auf das Anbringen der Fußwegkragträger und der Geländer beschränkte. Ausführliche Beschreibung des Vorganges. — Mit Zeichn. und Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1911, S. 22.)

August Ritt-Brücke in Mariabrunn; von Smola. Die eiserne Brücke dient als Ersatz für eine alte Holzbrücke, hat eine Fahrbahn von 7,8 m und zwei Gehwege von je 1,85 m Breite, eine Lichtweite von 17,8 m und eine Spannweite von 19,1 m und kreuzt schief unter 62°. Parallelträger mit Strebenfachwerk; ausgekragte Gehwege; Fahrbahndecke aus einer 20 cm starken Eisenbetonplatte, Gehwegbelag aus einer Plattenbalkendecke in Eisenbeton; Fahrbahn- und Gehwegdecke bilden ein zusammenhängendes Ganzes. Bauliche Einzelheiten. — Die Brücke ist ein neues Beispiel dafür, in welch vorteilhafter Weise der Eisenbetonbau zur Herstellung der Fahrbahntafel von Straßenbrücken verwendet werden kann. Weitere Angaben über eine Notbrücke und die Bauausführung. — Mit vielen guten Zeichnungen. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1911, S. 1.)

Bewegliche Brücken.

Erweiterung der Verbindungen zwischen den Dockanlagen in Barrow-in-Furness. Besonders bemerkenswert ist die Scherzer-Rollklappbrücke von 30,5 m Lichtweite, welche eine Fahrstraße und ein Eisenbahngleis trägt. — Mit Zeichn. (Engineering 1911, I, S. 71, 146.)

Statik und Festigkeitslehre.

Der kontinuierliche Balken auf elastisch drehbaren Stützen; von Ritter. Die zum größten Teil analytischen Untersuchungen beruhen auf neuen, jedoch ganz elementaren Betrachtungen. Von den allgemeinen Deformationsgleichungen des an beiden Enden elastisch eingespannten Stabes ausgehend, wird zunächst eine anschauliche Erklärung der „Festpunkte" gegeben, die in der Theorie des kontinuierlichen Balkens bekanntlich eine wichtige Rolle spielen. Zur Bestimmung der Lage der Festpunkte werden einfache, auch bei veränderlichem Trägheitsmoment anwendbare Formeln abgeleitet. Es wird sodann die Anwendung der Festpunkte zur Ermittlung der Momentenflächen infolge einer lotrechten und einer wagerechten Belastung und der Wärmeänderung des Balkens gezeigt. Ein Beispiel erläutert die zahlenmäßige Durchführung der Untersuchung. (Schweiz. Bauz. 1911, I, S. 47.)

Zeichnerisches Verfahren zur Ermittlung der Einflußlinien des eingespannten Bogens; von Vlachos. Die Ermittlung erfolgt auf Grund des Gesetzes der Gegenseitigkeit elastischer Formänderungen und es werden die Einflußlinien mit Hilfe von Kraft- und Seilecken ziemlich einfach und rasch gezeichnet. Das Verfahren eignet sich für die Berechnung jedes eingespannten Bogen- und Rahmenträgers. Zum Schlusse wird ein einfaches Verfahren zur Bestimmung der äußern Kräfte des mit irgendeiner unbeweglichen Belastung beanspruchten Trägers erwähnt. (Beton u. Eisen 1911, S. 38, 53.)

Beiderseits eingespannter Bogenträger mit zwei Zwischengelenken; von Holik. Beim gewöhnlichen Zweigelenkbogen liegen die Gelenke immer in den Kämpfern. Denkt man sich die Gelenke von den Kämpfern weg an beliebige Stellen der Bogenachse gerückt, so erhält man einen beiderseits eingespannten Bogenträger mit zwei Zwischengelenken. Ein praktisches Anwendungsgebiet für diese Theorie erschließt sich bei neu auszuführenden Bauten dann, wenn zu entscheiden ist, ob es sich nicht bei eingespannten Bögen, für die bei halbseitiger Belastung gefährliche Querschnitte im ersten und dritten Viertel der Spannweite liegen, empfiehlt, in einzelnen Fällen durch Anordnung von Zwischengelenken an diesen Stellen die Drucklinie durch diese Punkte zu leiten und so eine Verringerung der größten Randspannungen zu erreichen. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1910, S. 404.)

Zyklische Symmetrie in der Statik mit Anwendungen auf das räumliche Fachwerk; von Dr. Mann. Die Ermittlung der Spannungs- und Formänderungszustände eines Fachwerks allgemeiner Art wird bekanntlich durch die Lösung von Systemen linearer Gleichungen auf die Berechnung eines Fachwerks „einfacher" Art zurückgeführt. In den Gleichungen des Ersatzstabverfahrens, in den Elastizitätsgleichungen, sind in gewisser Weise die Schwierigkeiten des Problems zusammengefaßt. Die Form dieser Gleichungen ist je nach den Umständen sehr verschieden und wird durch die räumliche Anordnung der Bauten bedingt. Im allgemeinen ist man bei der Auflösung auf das langwierige Eliminationsverfahren angewiesen. In vielen praktisch wichtigen Fällen haben jedoch geometrische Eigenschaften Gleichungssysteme zur Folge, die einer einfachern, mitunter eleganten Behandlung zugänglich sind. Zu den geläufigen Fällen gehören statisch unbestimmte Konstruktionen, welche die der Spiegelung entsprechende Symmetrie gegen eine Ebene besitzen. Einen beachtenswerten Fall bietet ferner die einer Drehung entsprechende Symmetrie gegen eine Achse, die sogenannte zyklische Symmetrie. In der Abhandlung werden die Eigenschaften zyklisch symmetrischer Konstruktionen entwickelt und einige wichtige Beispiele dieser Klasse behandelt. (Eisenbau 1911, S 18.)

Eben gekrümmte stabförmige Körper aus Material mit veränderlicher Dehnungszahl, ihre Beanspruchung und Formänderung; von Baumann. Ermittlung der Spannungsverteilung in eben gekrümmten Stäben, wenn 1. die Dehnung der Spannung proportional, 2. die Dehnung der Spannung nicht proportional, 3. die Dehnung von Punkt zu Punkt des Querschnittes veränderlich, 4. der Körper aus verschiedenen Materialien zusammengesetzt ist. Ermittlung der Formänderung in diesen Fällen. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1911, S. 140.)

Ersatzlasten zur Berechnung der Hauptträger von Straßenbrücken; von Lipold. Berechnung der Ersatzlasten auf Grund der österreichischen ministeriellen Brückenvorschriften. — Mit graphischen Tabellen. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1910, S. 753.)

Beitrag zur Berechnung von Gewölben mit Zwischenpfeilern; von Prof. Otzen. Bestimmung der obern Pfeilerbreite, der Pfeilerstärke bei geringster Abmessung des Gewölbes und der Gewölbestärke nach Annahme der Pfeilermessungen. — Mit einem Zahlenbeispiel. (Deutsche Bauz. 1910, Zementbeilage, S. 93.)

Mittelwert von Festigkeitszahlen; von Cappilleri. Es ist üblich, als Mittelwert von Festigkeitszahlen, die an Probekörpern gleichen Materials unter den gleichen Umständen gefunden sind, das arithmetische Mittel anzunehmen. Insofern man die Gesamtheit der Festigkeitszahlen als Kollektivgegenstand betrachtet, ist dieses Verfahren vollkommen berechtigt. Aus der Untersuchung ergibt sich, daß die bisherige Uebung, das arithmetische Mittel als mittlere Festigkeit anzusehen, vielleicht im Durchschnitt gerechtfertigt ist, wenn nicht die geschilderten Verhältnisse durch die Verschiedenheit im elastischen Verhalten der Körperteilchen wesentlich geändert werden. — Mit graphischen Darstellungen. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1910, S. 488.)

H. Gewässerkunde, Meliorationen, Fluſs- und Kanalbau, Binnenschiffahrt,

bearbeitet von Regierungsbaumeister Soldan in Hemfurt.

Gewässerkunde.

Wirkung der Entwaldung. Unter Anführung einiger Tatsachen wird die Ansicht vertreten, daß die stärkere oder geringere Bewaldung eines Gebiets keinen

Einfluß auf die Regenfälle und auf den Hochwasserabfluß hat. (Engineering 1910, II, S. 307.)

Neue Formel zur Ermittlung der mittlern Geschwindigkeit in natürlichen Wasserläufen; von Engels. Die von Lindboe aufgestellte Formel hat die allgemeine Gestalt $v = K \cdot \lambda \cdot t^n \cdot J^m$, wobei λ abhängig ist vom Verhältnis $\frac{t}{b}$. (Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 398.)

Rauhigkeitsbeiwert „n" der Ganguillet-Kutterschen Wassergeschwindigkeitsformel; von Krieger. Nachweis der Größe für verschiedene Fälle. (Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 493.)

Geschwindigkeitsformel von Mutakiewicz; von Engels. Die Formel soll für alle möglichen Fälle zutreffen. (Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 646.)

Abhängigkeit der Formeln der Riffeln und der Geschiebebänke vom Gefälle; von Blasius. Beschreibung von Modellversuchen, die einen deutlichen Unterschied in der Ausbildung der Geschiebebänke, je nachdem ob das Gefälle über oder unter einer gewissen Grenze liegt, erkennen lassen. Versuch, das Wesen der wandernden Geschiebebänke zu erklären. — Mit Abb. (Z. f. Bauw. 1910, S. 466.)

Meliorationen.

Melioration von Mesopotamien; von Bernhardt (s. 1910, S. 275). — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 253.)

Trockenlegung und Urbarmachung des Abukir-Sees in Aegypten; von Tholens. Der 13000 ha große See ist durch Pumpen trockengelegt; zurzeit wird das im Boden enthaltene Salz durch Nilwasser ausgelaugt, da der natürliche Salzgehalt für die Bepflanzung zu groß ist. (Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 471.)

Wirtschaftliche Erschließung der Oase El-Charge in der lybischen Wüste; von Tholens. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 609.)

Der Nil als Kulturträger in alter und neuer Zeit; von Gerhardt. Abflußvorgang; Ausnutzung des Wassers; Anbauverhältnisse. — Mit Abb. (Z. f. Bauw. 1910, S. 423.)

Flufsbau.

Wasserkraftanlage bei Visp der A.-G. Elektrizitätswerke Lonza. Fallhöhe 700 m; größte Leistung 27500 P.S. Bemerkenswerte Kläranlagen für das sehr stark sandführende Wasser. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1909, Bd. 54, S. 263.)

Erweiterungsbauten des Elektrizitätswerks der Stadt Schaffhausen; von Geiser. (Schweiz. Bauz. 1909, Bd. 54, S. 349.)

Elektrizitätswerk Andelsbuch im Bregenzer Wald; von Narntomicz. (Schweiz. Bauz. 1909, Bd. 55, S. 1.)

Kraftwerk Cervara und die elektrische Kraftübertragung nach Narni. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, Bd. 55, S. 181.)

Elektrizitätswerk am Löntsch; von Ehrensperger. Aufstau des durch einen Bergrutsch gebildeten Klöntalersees. Nutzbarer Inhalt 45000000 cbm; 21,5 m hoher Damm mit Lehmkern. Ausgenutzte Fallhöhe 330 bis 335 m; 36000 P.S. Leistung. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, Bd. 55, S. 207.)

Wasserkraftanlage Aue der Elektrizitätsgesellschaft Baden. (Schweiz. Bauz. 1910, Bd. 56, S. 97.)

Flußkorrektion und Wildbachverbauungen in der Schweiz 1909. (Schweiz. Bauz. 1910, Bd. 56, S. 233.)

Neue Bauarten des Beartrup-Klappenwehrs; von Hilgard. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, Bd. 55, S. 172.)

Bau eiserner Wehrschützen; von Eggenschwyler. Es wird vorgeschlagen, die Auflagerflächen großer Wehrschützen nicht in eine gemeinsame Ebene zu legen, sondern gegeneinander zu neigen. Die Belastung der Pfeiler wird dann günstiger. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, Bd. 56, S. 59.)

Schutz von Wien gegen die Hochwässer der Donau. Eine Reihe von Vorträgen, in denen das Höchstwasser der Donau, die zu seiner unschädlichen Ableitung nötigen Bauten und kritische Bemerkungen hierzu enthalten sind. — Mit Abb. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1910, S. 457.)

Walzenwehr an der Trisanna; von Wessely. Die Walze hat dreieckigen Querschnitt und ist zum Schutz gegen den starken Angriff des Geschiebes mit Holz verkleidet. — Mit Abb. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1910, S. 629.)

Moderne Wasserkraftanlage in Amerika. Am St. Louis-Fluß ist eine Wasserkraftanlage von 30000 P.S. Leistung ausgeführt. Durch eine Staumauer wird der Fluß aufgestaut und mit einem Umleitungskanal ein Gefälle von 115 m ausgenutzt. — Mit Abb. (Politecnico 1910, Bd. 58, S. 289.)

Kanal und Wasserkraftwerk Miluni am Etsch bei Verona. Das Werk leistet 10000 P.S. Neben dem Turbinenhause liegt ein sehr eigenartiges Entlastungswehr. Es enthält zunächst zehn selbsttätige Heber, die bei jeder Unterbrechung des Betriebes das im Ueberschuß zufließende Wasser abführen, ohne daß eine Wartung nötig wäre. Die Heber können 100 cbm/sek abführen. Die Schwankungen des Oberwassers werden durch diese Anlage auf 0,07 m beschränkt. Neben den Hebern liegen acht Grundablässe, die hauptsächlich dazu dienen, in dem Kanal einen Spülstrom hervorzurufen. Obgleich der lichte Querschnitt eines Grundablasses nur 1,50 × 1,50 m mißt, beträgt die Gesamtleistung aller acht Ablässe doch 80 cbm/sek. Dies wird dadurch erreicht, daß die Grundablässe gleichfalls heberartig ausgebildet sind und daß ihre untere Mündung ganz unter dem Unterwasser liegt. — Mit Abb. (Politecnico 1910, Bd. 58, S. 481.)

Drahtgeflechte für Wasserschutzbauten; von Krieger. Nach dem Verfahren des Ingenieurs Serrazanetti werden Körbe und Walzen aus verzinktem Drahtgeflecht an Ort und Stelle mit Steinen gefüllt und versenkt. Die Bauweise soll billig und recht haltbar sein. — Mit Abb. (Südd. Bauz. 1910, S. 100.)

Verhütung von Hochwasserschäden. Selbsttätige Klappenwehre; von Hagelweide. Eine Klappe mit wagerechter, über dem höchsten Hochwasser liegender Drehachse wird bei steigendem Wasser durch den Stoß des strömenden Wassers allmählich gehoben. Hat die Hebung eine gewisse Grenze erreicht, so ändert ein Gewicht, das auf einer geradlinigen Laufbahn beweglich angeordnet ist, seine Lage und die Klappe wird hierdurch vollständig aus dem Wasser gehoben. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 231.)

Schiffshaltepfähle aus Eisenbeton; von Kietzer. Nach Versuchen, die auf den Berliner Wasserstraßen durchgeführt sind, sind Eisenbetonpfähle wirtschaftlich den Holzpfählen unterlegen. (Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 446.)

Gesetz über den Nogatabschluß vom 20. Juli 1910. Kurze Beschreibung der Geschichte des Ausbaus der Weichselmündung; Kostenangaben. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 463.)

Hochwasserentlastungsanlagen an Talsperren; von Bachmann. Es wird darauf hingewiesen, daß der Luftwiderstand die lebendige Kraft von Wassermassen, die aus großer Höhe herabfallen, stark abschwächt und daß die Angriffe auf die Sohle vor einer überströmten Sperrmauer infolgedessen nicht sehr groß sein können. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 481.)

Hochwasserentlastungsanlagen an Talsperren; von Mattern. (Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 530.)

Talsperrenbau in Deutschland und Preußen; von Koloff. — Mit Abb. (Z. f. Bauw. 1910, S. 555.)

Kanalbau.

Erie-Kanal. Geschichte des Kanals; Beschreibung der in der Ausführung begriffenen Erweiterung. — Mit Abb. (Engineering 1910, II, S. 1.)

Umbau des Erie-Kanals. Stand der Arbeiten; Kosten. (Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 242.)

Verkürztes Zylinderventil mit oberer Flanschdichtung; von Ziegler. Das Ventil besteht aus einem obern festen und einem untern beweglichen Teil. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 240.)

Stand der Arbeiten am Großschiffahrtsweg Berlin-Stettin. (Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 278.)

Entwurf zu Rollschützen mit beweglicher Gummidichtung. Eine hohle Leiste aus Gummi wird durch den Wasserdruck angepreßt. Die Anordnung ist im Prinzip den Trogtoren des Henrichenburger Hebewerks entnommen, wo sie sich im zehnjährigen Betriebe vorzüglich bewährt hat. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 568.)

Entwurf eines Kanals von der Georgs-Bai nach Montreal (Kanada). Unter Benutzung des Ottawa-Flusses soll der Kanal eine Verbindung zwischen den großen Seen und dem Lorenzostrom bei Montreal bilden. Die Schleusen sollen 197 ^{m} Länge, 19,7 ^{m} lichte Weite und 6,7 ^{m} Wassertiefe erhalten, so daß die Schiffe, die auf den großen Seen verkehren, künftig bis zu den Häfen am Atlantischen Ozean fahren können. Die Wasserverbindung von den Seen nach Europa wird um 1300 ^{km} verkürzt. — Mit Abb. (Génie civil 1910, Bd. 57, S. 410.)

Wie kann bei Schleusen mit Sparbecken der Betrieb beschleunigt werden?; von Beyerhaus. Vorschläge für Regelung des Betriebes unter Verwendung von drei Sparbecken. — Mit Abb. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1910, S. 321.)

Künstliche Dichtung des Kanalbettes in der Scheitelhaltung des Großschiffahrtsweges Berlin-Stettin; von Schliemann. Es ist eine Tonschicht von 0,3 bis 0,4 ^{m} Stärke in der Sohle und in den Seitenböschungen angeordnet, die durch Walzen befestigt wird. Die Versuche mit verschiedenen Walzen werden beschrieben. Stellenweise wird auch ein Belag aus ungebrannten Tonziegeln, die mit einem leicht flüssigen Tonbrei aneinandergeklebt und festgestampft werden, verwendet. — Mit Abb. (Z. f. Bauw. 1910, S. 455.)

Binnenschiffahrt.

Schiffspark und Versuche über den Schleppwiderstand. Ergänzungen der bekannten Versuche von de Mas. — Mit Abb. (Mém. et travaux de la soc. des ing. civ. de France 1910, Nr. 7, S. 7.)

Binnenschiffahrt in Mitteleuropa; von Valentini. Beschreibung von Schiffahrtsanlagen in Deutschland, Holland und Belgien. — Mit Abb. (Politecnico 1910, Bd. 58, S. 330.)

Binnenschiffahrt; von Paludini. (Politecnico 1910, Bd. 58, S. 336.)

Hebeprahme zum Leichtern von Lastkähnen; von Burkowitz. Die Prahme sollen dazu dienen, den Flußkähnen über seichte Stellen im Fahrwasser wegzuhelfen. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 506.)

Kohlenkipper der neuen Hafenteile in Duisburg-Ruhrort; von Ottmann. Beschreibung der üblichen Kipper; Begründung der für Duisburg-Ruhrort getroffenen Wahl. — Mit Abb. (Z. f. Bauw. 1910, S. 471.)

I. Seeuferschutz- und Hafenbauten, Seeschiffahrts-Anlagen,

bearbeitet von Regierungsbaumeister Schilling in Lünen.

Seeuferschutzbauten.

Uferbefestigungen an der Meeresküste und an Kanälen nach de Muralt. Die Befestigung der Uferböschungen besteht aus einzelnen treppenförmigen Eisenbetonplatten mit besondern senkrechten und wagerechten Balken; als Bewehrung des Betons dient Rundeisen oder Streckmetall. Die einzelnen Platten haben eine Größe von 1,80 × 2,40 ^{m}. Gegen das Ueberschlagen der Deiche durch die Wellen wird die Dammkrone durch eine Mauer aus einzelnen 2 bis 25 ^{m} langen untereinander verbundenen Teilen geschützt. Der Querschnitt der Mauer ist so gebildet, daß der Wasserdruck auf den breiten Mauerfuß dem wagerechten Stoß des Wassers entgegenwirkt. Auch Seedämme baut de Muralt in Eisenbeton, desgleichen große Sinkstücke, die aus einzelnen Betonplatten zusammengesetzt und mittels eines Prahmes versenkt werden. — Mit Abb. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1910, S. 737.)

Seehäfen.

Verladeeinrichtung in den Fleetwood-Häfen. Fahrbares Verladegerüst für die Lancashire- und Yorkshire-Eisenbahn-Gesellschaft mit elektrisch angetriebener Laufkatze und beweglichen Auslegern und 2,5 ^{t} Tragfähigkeit. Leistungsfähigkeit 50 ^{t} Kohlen in der Stunde. — Mit Abb. (Engineering 1910, II, S. 700.)

Kräne auf dem Marokkokai in Wapping. Zwei zur Verladung von Stückgütern dienende Kräne. Gefordert war eine möglichst schnelle Aenderung der Auslegerweiten. Auslegerhalbmesser bei dem einen Kran im Höchstfall 17 ^{m}, bei dem zweiten 13 ^{m}, die entsprechenden kleinsten Halbmesser 6 ^{m} und 5 ^{m}. Die Ausleger können in zehn Sekunden von dem größten auf den kleinsten Halbmesser eingestellt werden. — Mit Abb. (Engineering 1910, II, S. 766.)

Penhoët-Schiffsbauwerft in St. Nazaire. Auf der Werft werden auch Dreadnoughts gebaut. — Mit Abb. (Engineering 1910, II, S. 847.)

Der Norddeutsche Lloyd zu Bremen und seine Pieranlagen zu Hoboken (Newyork). Kurze Angaben über die Fahrzeuge des Lloyds, Kohlenverbrauch, Verkehr, Wohlfahrtseinrichtungen usw. In Hoboken sind drei Piers erbaut, die je durch 76 ^{m} breite Wasserflächen voneinander getrennt sind. Die auf den Piers errichteten zweistöckigen Schuppen sind aus Stahl und Beton erbaut. Jeder Pier ist mit acht elektrischen Doppelwinden für Lösch- und Ladezwecke und mit vier elektrischen Kohlenwinden ausgerüstet. Am Lande ist ein zweistöckiges, 275 ^{m} langes und 40 ^{m} breites Gebäude aus Ziegelsteinen, Beton und Stahl erbaut, in dem sich der Personenverkehr vollzieht. Das Gebäude hat acht elektrische Personenaufzüge und einen Gepäckaufzug. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1910, S. 589.)

Leviathan-Dock in Liverpool. Kurze Angaben über das geplante neue Dock. — Mit Abb. (Engineer 1910, II, S. 694.)

22000 t-Schwimmdock für Brasilien. Das in England gebaute Schwimmdock ist für den Hafen von Rio de Janeiro bestimmt. Abmessungen 160 × 40 m. — Mit Abb. (Engineer 1910, II, S. 33, 59, 93.)

Stromkai in Hull. Der Kai ist hauptsächlich aus Blaugummiholz und Pitchpine erbaut, trägt Güterschuppen und ist mit elektrischen Kränen und Spillen ausgerüstet. — Mit Abb. (Engineer 1910, II, S. 6.)

Deutsche Schiffswerften. Schiffswerften von Frerichs & Co. in Osterholz-Scharmbeck und Germaniawerft von Krupp in Kiel. Die Werften und ihre Einrichtungen sind genau beschrieben. — Mit Abb. (Engineer 1910, I, S. 585 und II, S. 214, 292.)

Fahrbarer Kran mit Laufkatze. Der auf der Plaistow-Werft in den Viktoria-Docks aufgestellte Kran kann eine Last von 2,5 t 17 m (vom Kai aus gerechnet) heben und 30 m weit befördern und in das Schiff senken. Diese Arbeitsleistung erfordert einschließlich Rückkehr der Laufkatze zum Anfangspunkt der Bewegung nur 45 Sekunden. — Mit Abb. (Engineer 1910, I, S. 19.)

Neues Dock für Liverpool. Das geplante Dock soll wie ein Trockendock benutzt und 300 m lang werden. — Mit Abb. (Engineer 1910, II, S. 74.)

Neues Trockendock am Tyne zu South Bank on Tees. Länge 150 m, Lichtweite des Haupts 20 m, Tiefe über dem Drempel 7 m. — Mit Abb. (Engineer 1910, II, S. 413.)

Hafen von Port-Said im Jahre 1909. Es handelt sich um Erweiterungsbauten der Suezkanal-Gesellschaft, die der Hauptsache nach aus Baggerungen und der Herstellung von Wellenbrechern bestehen. Ein Schwimmdock, Werften, Werkstätten usw. sind vorgesehen, auch werden Hafenbecken verbreitert und neu geschaffen. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1910, S. 395.)

Kriegshafen am Kap der guten Hoffnung. Der neue Hafen liegt in der Simonsbucht. Die hauptsächlichsten Arbeiten bestanden in einem Trockendock und zwei Wellenbrechern, durch die ein Hafenbecken von 114000 qm Fläche und 9,15 m kleinster Wassertiefe geschaffen wurde. Die Wellenbrecher bestehen aus je 2 Mauern aus großen Betonblöcken, die 14 m voneinander entfernt sind und deren Zwischenraum mit Bruchsteinen gefüllt ist. Bei der Herstellung des östlichen Wellenbrechers mußte erst mit Hilfe von Taucherglocken die Sand- und Schlammschicht auf dem Meeresgrund entfernt und der so freigelegte Granitboden geebnet werden. Das Trockendock kann der Länge nach durch Schwimmtore in drei Abteilungen von 45 und 80 und 107 m Länge geteilt werden. Länge des Docks in Mauerkronenhöhe 230 m, in Drempelhöhe 217 m; Breite im Becken 36,5 m, an der Einfahrt 29 m; Tiefe bei Flut 10,8 m, bei Ebbe 9,4 m. Besondere überdachte Kohlenlager aus stählernem Gitterwerk, die 10000 t fassen. — Mit Abb. (Engineering 1910, II, S. 651, 756, 818.)

Seekanäle.

Gegenwärtiger Stand der Arbeiten am Panamakanal. Genaue Angaben über die Arbeitsfortschritte, Pläne, Aenderungen usw. — Mit Abb. (Engineer 1910, I, S. 533, 558.)

Schleusen und Dämme des Panamakanals. Ausführliche Mitteilungen über Abmessungen, Bauart und Ausführung der Schleusen und großen Dämme, insbesondere des Gatun-Dammes. — Mit Abb. (Engineer 1910, II, S. 351, 509, 554.)

K. Materialienlehre,

bearbeitet von B. Stock, Ingenieur und ständigem Mitarbeiter des Kgl. Materialprüfungsamts in Gr. Lichterfelde W.

Künstliche Steine.

Versuche zur Wasserdichtung von Beton; von Schick. Nach dem Vorschlage von Zielinski wird Beton und Mörtel wasserdicht, wenn man statt reinen Wassers Kaliseifenlösung zum Anmachen verwendet, auf 1 cbm Beton oder Mörtel etwa 3 bis 4 kg Seife. (Beton u. Eisen 1911, S. 15.)

Weißer Portlandzement; von Schott. Weiße Zemente werden in ausgedehntem Maße jetzt in Frankreich und Amerika hergestellt, für Deutschland ist die Aussicht auf Herstellen weißer Zemente aber gering, weil es an geeignetem Rohstoff zu mangeln scheint. Nach amerikanischen Versuchen darf der Höchstgehalt an Eisenoxyd im Rohstoff nur 2,5 v. H. sein. Das Brennen hat mittels Oel- oder Gasfeuerung zu geschehen. Angaben über Analysen, Mehlfeinheit, Abbindezeit und Festigkeit eines amerikanischen Zements. (Zement u. Beton 1910, S. 793.)

Neue Versuche mit Eisenbetonbalken; von Probst. Besprechung der in den „Mitteilungen über Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens" erschienenen Arbeit von Bach und Graf über die im Auftrage des Eisenbetonausschusses der Jubiläumsstiftung der deutschen Industrie ausgeführten Versuche mit Eisenbetonbalken. — Mit Abb. (Armierter Beton 1910, Heft 11, S. 435.)

Versuche mit Holzbeton; von Smith. Nach dem Verfahren von Case sind in England Versuche mit Balken aus Holzbeton unter Verwendung verschiedener Holzarten angestellt worden. Vergleich mit Balken aus reinem Beton und Eisenbeton. Nach den Versuchen sind die Aussichten für die Verwendung von Holzbeton günstig und dürften besonders in den Kolonien Anwendung finden. Eingehendere Versuche sind z. Z. im Gange. (Engineering 1910, II, S. 820.)

Weitere Versuche über den Einfluß des elektrischen Stromes auf Beton und Eisen (s. 1911, S. 200); von Nicholas. Die an der Universität von Melbourne ausgeführten Versuche erstreckten sich auf die Untersuchung von 34 Blöcken aus Beton, Sandstein, Basalt und Ziegelstein. Sie haben im wesentlichen ergeben, daß die Eiseneinlagen schon bei 0,02 Amp. rosteten, wenn sie an die Anode angeschlossen waren, dagegen Ströme bis zu 0,06 Amp. während 200 Tage aushielten, ohne zu rosten, bei Anschluß an die Kathode und daß durch das Rosten die Proben zersprengt wurden. Darstellung der Rost- und Brucherscheinungen. — Mit Abb. (Eng. news 1910, II, S. 590.)

Metalle.

Ueber Formsand; von H. le Chatelier. Zur Beurteilung der Güte von Formsand sind die physikalischen Eigenschaften von verschiedenen Sanden festgestellt, und zwar durch Versuche zur Bestimmung des Kornes, der Druckfestigkeit und der Durchlässigkeit für Gase. (Gießerei-Z. 1910, S. 748.)

Neuere Formmaschinen. Beschreibung einer von der Tabor Manufacturing Comp. in Philadelphia in den Handel gebrachten Rüttel-Formmaschine zum Formen von Radnaben. — Mit Abb. (Gießerei-Z. 1910, S. 750.)

Brikettierung von Guß- und Eisenspänen und ihre Schmelzung im Kupolofen; von Messerschmitt. Altes Verfahren nach G. Whitney, neue Verfahren nach Ludwig Weiß und Arpad Konay. Wirtschaftlichkeit der Brikettgattierung; Gußeisenver-

edelung mit Briketten und mit Stahl- und Eisenschrott; Schmelzvorgang im Kupolofen bei Brikettbegichtung; Rückblicke und Fortschritte in der Brikettierung. (Stahl u. Eisen 1910, S. 2063.)

Metalle für Freileitungen; von v. Moellendorff. Bei einem Vergleich der typischen Freileitungsmetalle hinsichtlich ihrer mechanischen Eigenschaften und technischen Verwertbarkeit ergab sich, daß die Verwendung von Leichtmetallen auch bei Berücksichtigung ihrer mechanischen Eigenschaften eine Verbilligung der Freileitungen bewirkt. (Elektr. Z. 1910, S. 1107.)

Stangenmessing; von v. Moellendorff. Besprechung von vier Normallegierungen der A. E. G., von denen die kupferärmste sich als Konstruktionsmaterial bewährt hat und die kupferreichste sehr bildsam und lötbar ist. Gefügebilder; Festigkeitsergebnisse; Beständigkeit gegen Atmosphärilien; Schmelzpunkte; elektrischer Widerstand. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1911, S. 23.)

Aus der Metallgießereipraxis; von Kloß. Darstellung der Kupfer-Zinn-Legierungen. Einfluß des Zinngehaltes auf die physikalischen Eigenschaften. Durch Zusätze von Phosphorkupfer oder Phosphorzinn (auch schon in geringen Mengen) wird die Festigkeit gesteigert, die Sprödigkeit vermindert und die Zähigkeit erhöht. Werden Antimon, Schwefel, Wismut, Arsen in kleinen Mengen mitlegiert, so vermindern sie die Zähigkeit; Zinkzusatz setzt die Härte herab. Das Wärmeleitungsvermögen wächst mit dem Kupfergehalt. Legierungen unter 50 v. H. Kupfer kommen dem Wärmeleitungsvermögen des Zinns fast gleich. Schädliche Beeinflussung durch Oxydation und Aufnahme von Gasen. Verhinderung durch Bestreichen der Form mit Petroleum oder Bedecken des Tiegels mit Holzkohlenstücken. (Gießerei Z. 1911, S. 9, 46.)

Technische Mitteilungen über Duralumin; von Cohn. Physikalische und chemische Eigenschaften und Verarbeitung und Verwendung der von den Dürener Metallwerken hergestellten Aluminiumlegierung mit 90 v. H. Aluminium. (Verhandl. d. Ver. z. Förd. d. Gewerbefl. 1910, S. 641.)

Ziehbares Wolfram und Molybdän. Versuche im Laboratorium der General Electric Co. in Schenectady ergaben, daß Wolfram in Drähte von einem Durchmesser kleiner als 0,025 mm gezogen werden kann und daß die Zugfestigkeit mit der Größe der mechanischen Bearbeitung steigt. In gleicher Weise steigt auch das spezifische Gewicht. Festigkeitswerte, elektrischer Widerstand und Temperaturbeiwert für beide Metalle. (Elektr. Z. 1911, S. 68; Gen. Electr. review 1910, S. 323; Electr. world 1910, S. 1368.)

Einfluß von Löchern oder Schlitzen in der neutralen Schicht gebogener Balken auf ihre Tragfähigkeit; von Pfleiderer. Die Versuche lassen die nachteilige Wirkung der in der neutralen Schicht angeordneten Schlitze klar erkennen. Die Tragfähigkeit des Balkens ist um so geringer, je länger der Schlitz ist. Am Lochende angebrachte Verstärkungen mildern den Einfluß des Lochens erheblich. Von einer gewissen Länge des Schlitzes ab erweisen sich die Aussparungen nachteiliger als die Wegnahme des Materials an der äußersten Faser. Einklang der Versuchsergebnisse mit der Berechnung. — Mit Abb. (Mittl. über Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens 1911, Heft 97, S. 37.)

Mikrographische Untersuchungen von Gußeisen im graphitischen Zustande; von Kröhnke. Die Zerstörung gußeiserner Rohre durch Umwandlung in den sog. graphitischen Zustand (Graphitierung genannt) kennzeichnet sich dadurch, daß die Rohre, ohne ihre Form zu verlieren, allmählich in eine weichere, mit dem Messer schneidbare Masse verwandelt werden. Die Untersuchung einer größern Anzahl graphitischer Rohrstücke hat eine Reihe bemerkenswerter Gesichtspunkte und eigenartige, anscheinend neue Gefügebilder ergeben. — Mit Schliffbildern. (Metallographie 1910, S. 674.)

Zersetzungserscheinungen an Aluminium und Aluminiumgeräten; von Heyn und Bauer. Eingehende Untersuchung über die Ursache der Zersetzung und über die Mittel zu ihrer Verhinderung an Kochgeschirren und sonstigen Hohlgefäßen aus Aluminium. Die Zersetzungserscheinungen hatten sich zum Teil bereits während der Legierung und vor der Ingebrauchnahme gebildet. — Mit Abb. (Mittl. aus dem Kgl. Materialprüfungsamt 1911, Heft 1, S. 2.)

Untersuchungen über Lagermetalle; von Heyn und Bauer. I. Weißmetall. Umfangreiche Untersuchungen, die im Auftrage des Eisenbahn-Zentralamts Berlin ausgeführt wurden, erstreckten sich auf die verwendeten Rohstoffe, Gußplatten I. und II. Schmelzung, aus denen die Lagerschalen hergestellt werden, und auf fertige Lagerschalen und umfaßten chemische und metallographische Untersuchungen und Festigkeitsversuche. Das Hauptaugenmerk ist bei der Herstellung der Lager auf nicht zu hohe Gießhitze und genügend schnelle Abkühlung zu richten. — Mit Abb. (Mittl. aus dem Kgl. Materialprüfungsamt 1911, Heft 1, S. 29.) — II. Rotguß. Die Untersuchung hat den gleichen Umfang wie beim Weißmetall. — Mit Abb. (Mittl. aus dem Kgl. Materialprüfungsamt 1911, Heft 2, S. 63.)

Versuche mit Druckstäben aus Nickelstahl für die neue Quebec-Brücke. Zur Feststellung der wirklichen Bruchlasten von Druckstäben, wie sie bei der neuen Quebec-Brücke Verwendung finden sollen, sind 16 Modelle in $^2/_9$, $^{11}/_{32}$ und $^1/_4$ der natürlichen Größe ausgeführt und auf dem Phoenixwerke zu Phoenixville eingehend untersucht. Die Modelle hatten trotz starker Verkleinerung immer noch Längen bis zu 11 m. Darstellung der Versuchsstäbe; Wiedergabe der Versuchsergebnisse; Bruchverlauf. — Mit Abb. (Eng. record 1910, Bd. 62, S. 564.)

Untersuchungen und Erfahrungen aus dem Gebiete der Wassergasschweißung (überlappte Naht); von Diggel. Metallographische Untersuchung von einigen überlappten Nähten und Ermittlung der Ursachen für die Rißbildung. — Mit Abb. (Verhandl. d. Ver. z. Förd. d. Gewerbefl. 1910, S. 621.)

Elektrische Leitfähigkeit der Metallegierungen im flüssigen Zustande; von Müller. Ausführliche Beschreibung der Versuche; Herstellung der Legierungen; Wiedergabe der Messungsergebnisse in graphischer Darstellung und in Zahlentafeln. Zur Untersuchung gelangten die binären Systeme: Kalium-Natrium, Blei-Zinn, Kalium-Quecksilber und Natrium-Quecksilber, ferner die verdünnten Lösungen in Blei von Blei-Kadmium, Blei-Antimon und Blei-Wismut. Von heterogenen flüssigen Lösungen wurden Blei-Zink-Legierungen untersucht. Besprechung der Meßergebnisse. (Metallurgie 1910, S. 730, 755.)

Photographische Darstellung der Spannungsverteilung an beanspruchten Körpern; von Coker. Erläuterung von Beispielen. — Mit Abb. (Engineering 1911, I, S. 1.)

Herstellung der Weißbleche; von Krämer. Eingehende Darstellung des Arbeitsvorganges. Eigenschaftsänderungen in der Verarbeitungsreihenfolge der Probe von der Platine bis zum verzinnten Blech. Glühen in Glühkästen, Glühöfen mit unmittelbarer und Gasfeuerung; Sortieren und Dressieren der Bleche; Beizen und Beizeinrichtungen. Verschiedene Verzinneinrichtungen,

Bürstenherd, Doppel- oder Repassierkessel. Sechswalzenkessel, Halbkreiskessel nach Girard, mechanischer Doppel-Zinnherd; Putz- und Blechreinigungsmaschinen; Herstellen der Mattbleche; Zinn-Raffinierofen. — Mit Abb. (Stahl u. Eisen 1910, S. 1993, 2122.)

Hilfsmaterialien.

Einfluß höherer Wärmegrade auf die Leimfestigkeit von Papier; von Bartsch. Durch Erhitzen wurde die Leimfestigkeit zunächst erhöht, sie ging dann aber nach mehreren Wochen unter den ursprünglichen Leimungsgrad zurück, so daß der schädliche Einfluß der Wärme auf die Leimfestigkeit von Papier erwiesen ist. (Mitt. aus dem Kgl. Materialprüfungsamt 1911, Heft 1, S. 55.)

Vorbereitung von Pergamentpapieren für die mikroskopische Untersuchung; von Bartsch. Neuerdings hat sich die Behandlung mit Schwefelsäure bewährt. Zur Erzielung guter Bilder muß das Verfahren möglichst genau eingehalten werden. (Mitt. aus dem Kgl. Materialprüfungsamt 1911, Heft 2, S. 61.)

Prüfmaschine für Garne und Fäden. Darstellung der Maschine von J. K. Briercliffe, die Dehnung und Zerreißfestigkeit selbsttätig aufzeichnet. — Mit Abb. (Engineer 1910, II, S. 656.)

Bücherschau.

Bei der Schriftleitung eingegangene, neu erschienene Bücher:

(In diesem Verzeichnis werden alle bei der Schriftleitung eingehenden Bücher aufgeführt; eine Besprechung einzelner Werke bleibt vorbehalten; eine Rücksendung der eingesandten Bücher findet nicht statt.)

Darstellungen früh- und vorgeschichtlicher Kultur-, Kunst- und Völkerentwicklung. Herausgegeben von Prof. Dr. Gustav Kossinna. 3. Heft. Das Grabmal des Theodorich zu Ravenna und seine Stellung in der Architekturgeschichte. Von Bruno Schulz, Professor für Architektur an der Kgl. Technischen Hochschule Hannover. 34 Seiten in 8⁰ mit 34 Textabbildungen und einem Titelbild. Würzburg 1911. Curt Kabitsch (A. Stubers Verlag). Preis brosch. 2,20 M., Subskriptionspreis 1,75 M.

Der Steinhauer an der Arbeit. Eine praktische Abhandlung von Albert Burrer, Hofsteinmetzmeister in Maulbronn. 96 Seiten in 8⁰ mit 130 Abbildungen und zahlreichen kleinen Figuren. Eßlingen a. N. 1911. Paul Neff Verlag (Max Schreiber). In Leinwand geb. 3,50 M.

Elektrotechnische Winke für Architekten und Hausbesitzer. Von Dr.-Ing. L. Bloch und R. Zaudy. 150 Seiten in 8⁰ mit 99 Textfiguren. Berlin 1911. Verlag von Julius Springer. Preis geb. 2,80 M.

Taschenbuch mit Zeichnungen und Angaben über die Verwendung von Eisen im Hochbau. Herausgegeben vom Stahlwerks-Verband A.-G. Zweite Auflage. 219 Seiten in 8⁰ mit zahlreichen Abbildungen. Düsseldorf 1910.

Technische Praxis, Band 8 Tabellen für die rasche und sichere Berechnung von Platten, Balken und Plattenbalken aus Eisenbeton, nebst Beispielen über alle möglichen Aufgaben. Von Oberbaurat Karl Teischinger, behördl. aut. Bauingenieur. 184 Seiten in 8⁰ mit 7 Textfiguren. Wien 1911. Druckerei und Verlagsaktiengesellschaft vorm. R. v. Waldheim, Jos. Eberle & Co. In Leineneinband geb. 3,80 M. oder 4,50 Kr.

Beitrag zur Theorie der im Eisenbetonbau gebräuchlichen Form der Rippenkuppel; von Dr.-Ing. Karl W. Mautner, Oberingenieur der Firma Karl Brandt. 49 Seiten in 8⁰ mit 47 Textabbildungen. Berlin 1911. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn. Preis geb. 4 M.

Technische Studienhefte. Herausgegeben von Baurat Carl Schmid, Professor an der Kgl. Baugewerkschule in Stuttgart. Heft 10. Balkenbrücken aus Eisen und Eisenbeton, dazugehörige Pfeiler und Gerüste. Beschrieben für die Schule und die Praxis von Baurat C. Schmid, Professor an der Kgl. Baugewerkschule in Stuttgart. Inhalt: 1. Vorarbeiten für einen Brückenentwurf. 2. Eiserne Brücken. 3. Beispiele ausgeführter eiserner Brücken. 4. Pfeiler eiserner Brücken. 5. Statische Berechnungen. 6. Gerüste. 7. Beispiele ausgeführter Eisenbetonbrücken. 8. Allgemeine Anordnung der Eisenbetonbrücken. 111 Seiten in 8⁰ mit 300 Abbildungen im Text. Stuttgart. Verlag von Konrad Wittwer. Preis 4 M.

39. Der Unterricht an Baugewerkschulen. Herausgeber Professor M. Girndt in Magdeburg. Der Brückenbau. Leitfaden für den Unterricht an den Tiefbauabteilungen der Baugewerkschulen und verwandten technischen Lehranstalten. Von A. Schau, Kgl. Baugewerkschuldirektor und Regierungsbaumeister in Essen-Ruhr. I. Teil. Allgemeines, Durchlässe und massive Brücken. Hölzerne Brücken. Unterhaltung. Ueberschlägliche Kostenberechnungen. 243 Seiten in 8⁰ mit 321 Abbildungen im Text. Leipzig und Berlin 1911. Druck und Verlag von B. G. Teubner. Preis geh. 4,20 M.

8. Desgleichen. Grundbau I (Hochbau). Leitfaden für den Unterricht an technischen Schulen und für die Baupraxis. Von Ingenieur M. Benzel, Oberlehrer an der Kgl. Baugewerkschule zu Münster i. W. Zweite, vermehrte Auflage. 86 Seiten in 8⁰ mit 142 Abbildungen im Text. Leipzig und Berlin 1911. Druck und Verlag von B. G. Teubner. Preis kart. 1,60 M.

3. Desgleichen. Leitfaden für Deutsch und Geschäftskunde an Baugewerkschulen und verwandten Lehranstalten. Teil I. Bautechnische Aufsätze. Bearbeitet von P. Niehus, Kgl. Baugewerkschullehrer zu Magdeburg, und K. Bode, Kgl. Baugewerkschullehrer zu Hildesheim. 88 Seiten in 8⁰ mit 39 Figuren im Text. Zweite Auflage. Leipzig und Berlin 1910. Druck und Verlag von B. G. Teubner. Preis geh. 1,40 M.

41. Desgleichen. Die gewerbliche Baukunde. Leitfaden für den Unterricht an Baugewerkschulen und an verwandten technischen Lehranstalten. Von Ludwig Comperl, Oberlehrer an der Kgl. Baugewerkschule zu Posen. 106 Seiten in 8⁰ mit 178 Abbildungen im Text und einer mehrfarbigen Tafel. Leipzig und Berlin 1910. Druck und Verlag von B. G. Teubner. Preis geh. 2,60 M.

Die Eisenbahntechnik der Gegenwart. Unter Mitwirkung von Fachgenossen herausgegeben von Dr.-Ing. Barkhausen, Geheimem Regierungsbaurat, Professor a. D.; Blum, Geheimem Oberbaurat, Berlin; † von Borries, Geheimem Regierungsrat, Professor an der Technischen Hochschule Berlin; Courtin, Oberbaurat, Karlsruhe; von Weiß, Ministerialrat, München. Erster Band. Das Eisenbahn-Maschinenwesen. Erster Abschnitt. Die Eisenbahn-Fahrzeuge. Zweiter Teil. Die Wagen, Bremsen, Schneepflüge und Fährschiffe. 2. Hälfte. Durchgehende Bremsen und Signalvorrichtungen, Schneepflüge und Schneeräummaschinen. Eisenbahnfähren. Vorschriften für den Bau der Wagen. Zweite umgearbeitete Auflage. Bearbeitet von Busse-Kopenhagen; Courtin, Karlsruhe; Halfmann, Tempelhof; Staby, Ludwigshafen. 176 Seiten in 8⁰ mit 129 Abbildungen

im Text und 8 lithographierten Tafeln. Wiesbaden 1911. C. W. Kreidels Verlag. Preis 9 M.

P. Stühlens Ingenieur-Kalender für Maschinen- und Hüttentechniker. Eine gedrängte Sammlung der wichtigsten Tabellen, Formeln und Resultate aus dem Gebiet der gesamten Technik, nebst Notizbuch. Herausgegeben von C. Franzen, Zivil-Ingenieur, Köln, und Professor K. Mathée, Ingenieur und Direktor der Kgl. Maschinenbauschule in Essen. 46. Jahrgang. Teil I (Brieftaschenform) in 4 Abschnitten; I. Abschnitt: Rein technischer Teil. II. Abschnitt: Eisenhüttenwesen. III. und IV. Abschnitt: Terminkalender nebst Notizblock als drei Einsteckheftchen, Eisenbahnkärtchen und Faberstift. 229 Seiten Text in 8⁰. II. Teil (für den Arbeitstisch) mit dem gewerblichen und literarischen Anzeiger, Bezugsquellen und Adressen-Verzeichnis. 428 Seiten in 8⁰ mit vielen Abbildungen. Essen 1911. G. D. Baedeker, Verlagshandlung. Preis beider Teile 4 M.

Sammlung Göschen. Die Maschinenelemente. Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium und den praktischen Gebrauch von Friedrich Barth, Oberingenieur a. d Bayrischen Landesgewerbeanstalt in Nürnberg. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. 154 Seiten in 8⁰ mit 89 Figuren. (Sammlung Göschen Nr. 3.)

Das autogene Schweiß- und Schneidverfahren; von Ingenieur Hans Niese, Ingenieur in Kiel 100 Seiten in 8⁰ mit 30 Figuren. (Sammlung Göschen Nr. 499.)

Die thermodynamischen Grundlagen der Wärmekraft- und Kältemaschinen; von Dipl.-Ing. M. Röttinger in Mannheim. 149 Seiten in 8⁰ mit 73 Figuren. (Sammlung Göschen Nr. 2.)

Heizung und Lüftung; von Johannes Körting, Ingenieur in Düsseldorf. Teil I: Das Wesen und die Berechnung der Heizungs- und Lüftungsanlagen. Zweite, verbesserte Auflage. 160 Seiten mit 31 Figuren. Teil II: Ausführung der Heizungs- und Lüftungsanlagen. Zweite, verbesserte Auflage. 147 Seiten in 8⁰ mit 197 Figuren. (Sammlung Göschen Nr. 342/343). Leipzig 1910. G. J. Göschensche Verlagshandlung. Preis jedes Bändchens in Leinwand gebunden 0,80 M.

Die Korischen Luftheizungsöfen. Vertikal-Gegenstrom-Kalorifere und Kaloriferöfen. Ihre Bauart und Verwendung für die verschiedenen Zwecke der Sammelheizungen, Lüftungs- und Trocken-Anlagen; von H. Kori, Berlin W 57, Dennewitzerstr. 35. Techn. Bureau und Fabrik für Lieferung von Kaloriferen und vollständigen Einrichtungen von Luftheizungs-, Luftvorwärme- und Trocken-Anlagen. 80 Seiten in 8⁰ mit vielen Abbildungen.

Die Sackkalk-Herstellung; von Henri Joseph Lamock, Ingenieur und Zerkleinerungsmaschinen-Konstrukteur. 120 S. in 8⁰ mit 77 Bildern und 2 Tafeln. Berlin 1911. Verlag der Tonindustrie-Zeitung, G. m. b. H., Berlin NW 21, Dreysestr. 4.

Sonderabdruck aus der Tonindustrie-Zeitung 1910. Hydraulischer Kalk und Zement in Süd-Frankreich. Von Dr. Max Fiebelkorn. 74 Seiten in 8⁰ mit 48 Abbildungen. Berlin 1911. Verlag der Tonindustrie-Zeitung, G. m. b. H. Preis geh. 5 M.

Themen der physikalischen Chemie. Auf Veranlassung des Vereins deutscher Ingenieure an der Technischen Hochschule zu Braunschweig gehaltene Vorträge. Von Dr. Emil Baur, Professor an der Technischen Hochschule in Braunschweig. 118 Seiten in 8⁰ mit 52 Abbildungen im Text. Leipzig 1910. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. Preis 4 M.

Die Integralgleichungen und ihre Anwendung in der mathematischen Physik. Vorlesungen an der Universität zu Breslau, gehalten von Adolf Kneser. 243 Seiten in 8⁰. Braunschweig 1911. Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn. Preis geh. 6 M., geb. 7 M.

Freiburger volkswirtschaftliche Abhandlungen. Herausgegeben von Karl Diehl und Gerhard von Schulze-Gävernitz. I. Band, 2. Ergänzungsheft. Untersuchungen zum Maschinenproblem in der Volkswirtschaftslehre Rückblick und Ausblick. Eine dogmengeschichtliche Studie mit besonderer Berücksichtigung der klassischen Schule. Von Carl Ergang, Doktor der Staatswissenschaften. 187 Seiten in 8⁰. Karlsruhe 1911. G. Braunsche Hofbuchdruckerei und Verlag. Preis im Abonnement 2,80 M., im Einzelverkauf 3,60 M.

Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik. Herausgegeben von Karl von Buchka, Berlin; Hermann Stadler, München-Ingolstadt; Karl Sudhoff, Leipzig. 3. Band, Heft 1. 80 Seiten in 8⁰. — Desgleichen. 3. Band, Heft 2. 79 Seiten in 8⁰. Leipzig 1910. Verlag von F. C. W. Vogel. Preis pro Band 20 M.

Setz, M. Grundzüge des modernen Krankenhausbaues. Wien 1910. R. v. Waldheim. Preis 3,80 M.

Die Entwicklung der sozialen Wohlfahrtseinrichtungen hat in der Fürsorge für Kranke entsprechend der Bedeutung der Gesundheit des einzelnen und des ganzen Volkes für die Leistungsfähigkeit des Staates während der letzten zwei bis drei Dezennien Wandlungen herbeigeführt, welche auf den Bau der Krankenhäuser nicht ohne wesentlichen Einfluß bleiben konnten. Aus den Forderungen der Hygiene hergeleitet, welche die gewaltigen Fortschritte der Technik meistens zu befriedigen verstanden, mußten sich deshalb ganz erhebliche Aenderungen in den Grundanschauungen über den Krankenhausbau herausbilden, mit denen uns der Verfasser, der als Chef der Statthalterei-Bauabteilung für die k. k. Krankenanstalten in Wien über reiche Erfahrung verfügt, auf knappem Raume bekannt macht, ohne sich indessen auf die Wiener Anlagen zu beschränken und ohne die scharfe Kritik zu scheuen. Auf eine Besprechung der verschiedenen Arten und Systeme von Krankenhäusern folgt die Schilderung aller einzelnen Erfordernisse derselben, welche bei der Unterbringung und Pflege der Kranken baulich von Bedeutung sind; die Anlagen für die Verwaltung, für Verpflegung und Reinigung, für die Behandlung der Leichen, die Werkstätten, Tierställe, gärtnerische Gestaltung usw. sind gleichfalls berücksichtigt. Das mit einer großen Zahl von Abbildungen ausgestattete Buch gibt eine vortreffliche Uebersicht über den gegenwärtigen Stand dieses Spezialgebietes und kann deshalb allen Technikern, welche sich mit Krankenhäusern zu beschäftigen haben, angelegentlichst empfohlen werden. *Schl.*

Tilly, H., Provinzial-Ingenieur. Die Zentralheizungsanlagen. Stuttgart und Berlin 1909. Fr. Gaub. Preis geb. 7 M.

Das Buch bezweckt eine Einführung des Technikers in das Wesen der Zentralheizungen nach theoretischer wie praktischer Richtung. Nach kurzer Einleitung über die allgemeinen hygienischen Anforderungen werden zunächst die physikalischen Grundlagen des Heizwesens kurz, aber treffend erläutert, bevor der Verfasser sich zur Behandlung der verschiedenen Systeme wendet, unter denen auch die neuesten entsprechend gewürdigt werden. Die Kesselanlagen nebst Schornsteinen sind in einem besondern Abschnitt behandelt. Auch den Elementen des Maschinenwesens, soweit es für die Heizanlagen von Bedeutung ist, und den heiztechnischen Meßinstrumenten sind besondere Kapitel gewidmet. Die Veranschlagung der Heizanlagen ist durch mehrere Beispiele erläutert. Den Schluß bilden die erforderlichen Tabellen. Von besonderm Wert ist der stete Hinweis auf die wirtschaftlich vorteilhafteste An-

ordnung und Wahl der Heizanlagen. An Formeln und Zahlenwerten ist nur das Notwendigste gegeben, aber mit wissenschaftlicher Begründung. Neu ist die Anwendung der graphischen Methode auf die Berechnung der Wärmeverluste und der Rohr- und Kanalquerschnitte der verschiedenen Systeme auf Grund einer allgemeinen Formel; außerordentlich belehrend ist die Beigabe praktischer Rechnungsbeispiele, welche meist vom wirtschaftlichen Standpunkte gewählt, zum Verständnis der einschlägigen Verhältnisse wesentlich beitragen. Obwohl nicht viele Abbildungen beigegeben sind, ist das Buch als gut ausgestattet zu bezeichnen. Kurz und klar geschrieben bildet es eine ausgezeichnete Ergänzung zu den jüngst erschienenen Werken von Dietz und von Gramberg und ist selbst neben Rietschels Leitfaden warm zu empfehlen. *Schl.*

Tilly, H. Ueber die Rentabilität von Zentralheizungen. München und Berlin 1910. R. Oldenbourg. Preis 1,50 M.

Irrtümlicherweise wird bei der Wahl eines Heizsystems für eine bauliche Anlage oder für einen Gebäudekomplex häufig entweder die Höhe der Anlagekosten oder die Höhe der Betriebskosten in Vergleich gestellt; um aber die Entscheidung herbeizuführen, welches System in jeder Hinsicht wirtschaftlich am vorteilhaftesten ist, muß man das richtige Verhältnis der Anlagekosten zu den Betriebskosten in Erwägung nehmen, weil dadurch allein die Wirtschaftlichkeit der Anlage bedingt wird. Dies gilt namentlich von solchen Anlagen, welche den Abdampf von andern Betrieben, z. B. von Elektrizitätswerken, ausnutzen und dadurch einen vorteilhaftern Betrieb des Elektrizitätswerkes im Sinne der Verminderung der Betriebskosten desselben herbeiführen. Der Verfasser schildert an einer Reihe von praktischen Beispielen die entsprechenden Rechnungsvorgänge und teilt aus seiner Erfahrung als Provinzial-Ingenieur heraus die Betriebsergebnisse bestehender Anlagen mit. Je mehr die Entwicklung des Heizungswesens in der Beheizung von Gebäudekomplexen zu der Anwendung der Gruppen- und Fernheizungen führt, desto größere Bedeutung erlangen die vom Verfasser hier erörterten Fragen, die hier angeschnitten zu haben, ihm als besonderes Verdienst anzurechnen ist. Die Darstellung ist vortrefflich. *Schl.*

Recknagel, H. Die Garantie-Probeheizung bei Wasser- und Dampfheizanlagen. München und Berlin 1910. R. Oldenbourg. Preis 0,75 M.

Zum Nachweis der ausreichenden Leistungsfähigkeit einer Heizungsanlage bei den tiefsten Außentemperaturen genügen die vertragsmäßig vorgesehenen Probeheizungen meistens nicht, weil die äußerste Kälte (— 20°) in vielen Wintern hintereinander nicht oder doch nur an so wenigen Tagen eintritt, daß die sachgemäße Garantieheizung nicht durchzuführen ist. Da die Frage, die oft genug den Gegenstand gerichtlicher Auseinandersetzung bildet, sich also praktisch nicht lösen läßt, bleibt nur die Rechnung übrig, bei welcher abzuwägen ist, wie weit im Hinblick auf die erreichbare Genauigkeit es notwendig und angebracht ist, die bestehenden Verhältnisse zu bewerten. Der Verfasser zeigt, wie bei Warmwasserheizungen für eine bestimmte Außentemperatur die Temperatur des Heizwassers berechnet werden muß, eine Methode, die bei Dampfheizungen analog nicht durchgeführt werden kann. Bei letztern wird vielmehr die Raumtemperatur berechnet, welche sich bei voller Wirkung eines Dampfheizkörpers bei bestimmter Außentemperatur erreichen läßt. — Der Wert des äußerst inhaltreichen Heftes wird noch durch einen Anhang erhöht, in welchem die für die Luftzirkulation erforderlichen Querschnitte der Heizkörper-Verkleidungen berechnet werden. *Schl.*

Abhandlungen und Berichte über technisches Schulwesen. Veranlaßt und herausgegeben vom deutschen Ausschuß für technisches Schulwesen. Bd. I. Arbeiten auf dem Gebiete des technischen Mittelschulwesens. Leipzig und Berlin 1910. Verlag von B. G. Teubner.

Aus dem Verein deutscher Ingenieure heraus, der „von jeher die technischen Schulfragen in ihrer Bedeutung für die gesamte Technik mit größter Aufmerksamkeit verfolgt hat“, ist unter Berufung einer Anzahl Herren aus der Industrie und dem technischen Schulwesen der deutsche Ausschuß für technisches Schulwesen entstanden. Dieser hatte sich zunächst mit den besonders eilig gewordenen Organisationsänderungen der preußischen höhern Maschinenbauschulen zu beschäftigen. Die Verhandlungen darüber sind im vorliegenden Band wiedergegeben. Als besonders erfreuliches Ergebnis ist zu betrachten, daß man sich vor allen Dingen bemüht, den Anforderungen der Industrie, der Praxis gerecht zu werden und in diesem Sinne u. a. den Unterricht durch Laboratoriumsarbeiten und Fabrikbesichtigungen wirksam zu gestalten. Man wünscht damit „keine Erweiterung der Lehrziele, wohl aber nach verschiedenen Richtungen hin eine Vertiefung und Anpassung an die wechselnden Ansprüche der Technik“ (S. 81).

Interessant sind u. a. die von Prof. E. Lewicki mitgeteilten Anregungen und Erfahrungen über rationelles Gedächtniszeichnen als allgemeines Bildungsmittel, wobei eine entsprechende Uebungsmethode erläutert und zur sinngemäßen Anwendung beim Unterricht empfohlen wird. Auch dem Hochschulunterricht könnten diese Ausführungen in mancher Beziehung wertvolle Fingerzeige geben. *Ml.*

Haus, Dorf, Stadt; eine Entwicklungsgeschichte des antiken Städtebildes von Reinhold Freih. von Lichtenberg. Leipzig 1909, bei Rud. Haupt. Preis 10 M.

Ausgehend von einer kurzen Besprechung der ältesten natürlichen Wohnstätten, geht der Verfasser zur geschichtlichen Entwicklung des Hütten- und Zeltbaues über (Blockhaus, Pfahlbauten) und bringt dann eine sehr eingehende Geschichte des ägyptischen und griechischen Haus- und Tempelbaues und der Entwicklung der antiken Gemeindewesen und Städte. Die Bedeutung des Werkes liegt in der interessanten Art und Weise, wie der Verfasser seine baugeschichtlichen Untersuchungen mit historischem, kulturgeschichtlichem und ethnologischem Beiwerk zu schmücken weiß. Dazu kommt eine Beigabe von 200 Abbildungen, die der Verfasser zum Teil selbst aufgenommen hat. Das verdienstvolle Werk gehört in die Bibliothek jedes Städtebauers und gibt dem Architekten eine Fülle interessanter Aufschlüsse über die Baugeschichte und kulturelle Entwicklung des antiken Stadtbildes. *M-r.*

Martin Dülfer. Sonderheft der Architektur des XX. Jahrhunderts.

Zwei Leitmotive läßt der Entwicklungsgang des Architekten Martin Dülfer, Dresden, erkennen. Einmal: die Wurzeln unsrer Kraft liegen in der Vergangenheit; aus diesem nie versagenden Brunnen bodenständiger Kunst dürfen wir schöpfen soviel wir wollen, jedoch nur Anregung, denn die Bedürfnisse, welche unsre Zeit bei ihren Bauten erfüllt sehen will, finden sich niemals an

alten Beispielen in solcher Weise zum Ausdruck gebracht, daß wir sie ohne weiteres übernehmen könnten. Und zweitens: das Studium alter Kunst soll uns die Augen schärfen für die Art und Weise, den Bedürfnissen unsrer Zeit gerecht zu werden, gleichwie dies früher gelungen ist, damit die Sprache, welche unsre Bauten einst späteren Geschlechtern sprechen werden, in ihrer Art genau so wohllautend und selbstverständlich klingt, als wir sie jetzt aus vergangenen Tagen hören.

Das Lebenswerk Dülfers verkörpert in dem Erreichten die Folgerichtigkeit dieser Anschauung. Wir sehen Dülfer zu Anfang noch in Abhängigkeit von den der Renaissance entsprungenen Stilarten, sehen aber zugleich, wie er Eigenes hinzuzugeben und Bekanntes umzuwerten vermag, um schließlich auf diesem Wege zu seinen Hauptwerken, den Entwürfen für Theaterbauten der Städte Dortmund, Hagen i. W., Freiburg i. B. und Lübeck zu gelangen.

W. H.

„Das Einzelwohnhaus der Neuzeit." Band II. Herausgegeben von Hänel und Tscharmann. Leipzig. Preis M. 7,50.

Die Bestrebungen, der städtischen Bevölkerung das Wohnen in Einzelhäusern als wünschens- und begehrenswert hinzustellen, haben seit einer Reihe von Jahren im Buchhandel Neuerscheinungen hervorgerufen, welche sowohl dem Fachmann als dem Laien in allen Einzelfragen dieser Kulturentwicklung das Wissenswerteste vermitteln wollen. Zu diesen Erscheinungen ist das vorliegende Werk zu rechnen, dessen zweite Folge 1910 bei der Verlagsanstalt J. Weber, Leipzig, erschienen ist. Während sich die Verfasser in dem vor drei Jahren erschienenen ersten Band ausschließlich auf freistehende Einzelhäuser beschränkten, hat die inzwischen bei den beteiligten Kreisen erfolgte Weiterentwicklung des Wohnungsproblems dazu geführt, neben dem freistehenden Einzelhause zusammengebaute Eigenhäuser sowie die Reihenhäuser der Vorstädte und letzten Endes die Ergebnisse der Landhauskolonien und Gartenstädte in den Rahmen der Veröffentlichung aufzunehmen; leider in nur zu beschränkter Auswahl. Da namentlich das Reihenhaus, verbunden mit den neuzeitlichen Bestrebungen der Gartenstadtbewegung, wegen der ökonomischen Vorteile der Anlage und Unterhaltung als die wirtschaftlich zu erstrebende Wohnungsform auch der Minderbemittelten anzusehen ist, so ist dieses zu bedauern und zu hoffen, daß sich in der dritten Folge dieses für die breitesten Volksschichten zweckmäßigste aller Eigenhäuser in der seinem Wert entsprechenden Zahl präsentieren wird.

Die hier aus der reichen Fülle des Vorhandenen gebotene Auswahl erscheint, bis auf einige von Kunstgewerblern gelieferte Beispiele, geschickt getroffen; der Backsteinbau hätte etwas mehr Berücksichtigung finden können.

W. H.

Das Arbeiterwohnhaus. Herausgegeben von K. Weißbach †, Dresden, und W. Makowsky, Leipzig. Verlag von Ernst Wasmuth, A.-G., Berlin.

Das Wort „Arbeiterwohnhaus" besaß leider bisher einen bitteren Nebengeschmack, weil man dabei an die großen Arbeitermiethäuser und häßlichen Arbeiterkolonien denken mußte, welche vor etlichen 20 Jahren mit großer Schnelligkeit aus dem Boden gestampft worden waren, um eine bisher nie gekannte Wohnungsnot in den Industrieorten zu beheben.

Erst mit den letzten Jahren des verflossenen Jahrhunderts machte sich ein Umschwung in der Einschätzung dieser Wohnbauten bemerkbar. Die Industrie fand ihren eigenen Vorteil darin, dem Arbeiter angenehmere Wohngelegenheiten zur Verfügung zu stellen, Wohlfahrtsstiftungen bedeutender Unternehmungen kamen hinzu, der Staat nahm sich der Sache im Interesse seiner Angestellten an, und so steht zurzeit das Arbeiterwohnhaus auf einer Entwicklungsstufe, die alle dabei beteiligten Faktoren mit Freude erfüllen kann.

Die volkswirtschaftliche Seite der Wohnfrage des Arbeiterstandes ist in eingehenden Untersuchungen von Rudolf Eberstadt und von Nostitz gewürdigt worden, während das Technische dieser Frage bisher wohl noch nicht zusammenfassend betrachtet wurde. Diese Lücke füllt das vorliegende Werk aus, das von dem verstorbenen Professor an der technischen Hochschule zu Dresden Karl Weißbach begonnen und von seinem Schüler Dr.-Ing. Makowsky zu Ende geführt und herausgegeben wurde.

Das Werk beschäftigt sich zunächst mit den technischen Einzelheiten des Aufbaues und der Grundrißgestaltung und gibt bei dieser Gelegenheit mancherlei praktische Winke, welche das finanzielle Ergebnis derartiger Anlagen vorteilhaft zu gestalten geeignet sind; die Errungenschaften des Auslandes werden dabei in gebührender Weise berücksichtigt. Weiterhin gibt das Werk eine Uebersicht der Typen des Wohnhauses, um schließlich auf die Ergebnisse der Arbeiterkolonien und Gartenstädte einzugehen.

Das Buch gestaltet den an und für sich spröden Stoff so anschaulich, daß auch der sich mit der Frage befassende Laie — und deren Zahl dürfte bei diesem Thema nicht gering sein — leicht in die Materie einzudringen vermag.

Es dürfte deshalb allen, die sich über die wichtige Frage der zeitgemäßen Arbeiterwohnungen in technischer Beziehung Auskunft holen wollen, angelegentlichst empfohlen werden.

W. H.

Der Eisenbetonbau. Verlag von Ernst & Sohn, Berlin. Verfasser C. Kersten, Karlsruhe. Ladenpreis M. 8.

Das aus zwei Teilen bestehende Werk, von dem Teil I in siebenter, Teil II in fünfter Auflage vorliegt, ist für alle die bestimmt, welche sich an Hand der neuen preußischen und österreichischen Bestimmungen für den Eisenbetonbau auf einfache und sichere Weise mit den gebräuchlichsten Betonkonstruktionen bekannt machen wollen. Es muß leider zugegeben werden, daß nur ein geringer Prozentsatz derer, welche zurzeit in der Praxis stehen, während ihrer Lehrjahre eine erschöpfende Bekanntschaft mit der neuen Bauweise gemacht haben, so daß sie sich jetzt in einer unangenehmen Abhängigkeit von Konstrukteuren befinden, falls es ihnen in der Zwischenzeit nicht gelungen sein sollte, sich von diesem Mangel zu befreien; dazu sollte das kleine Werk von Kersten Gelegenheit geben. Weil es ein Hilfsbuch für alle sein soll, welche in irgendeiner Weise mit den neuen Konstruktionen zu tun haben, hat der Verfasser von einer zu weitgehenden theoretischen Behandlung der Fragen abgesehen; er will, aufbauend auf allgemein vorauszusetzende Grundkenntnisse der Mathematik, dem Ausführenden und Lernenden bei allen schwierigen Gelegenheiten Auskunft geben, und ihm die notwendige Uebersicht verschaffen, Berechnungen nachzuprüfen und die Ausführungen zu überwachen. Für diejenigen, welchen dieser Einblick nicht genügen sollte, sind Quellenangaben in ausreichender Anzahl vorgesehen, außerdem sind Entwurfsübungen und Rechnungsbeispiele vorhanden, deren theoretische Entwicklung durch eine am Anfang des Buches angeordnete Tabelle der Formelbuchstaben, welche mit den preußischen Vorschriften übereinstimmen, wesentlich erleichtert wird.

Teil I des Werkchens gibt das Wissenswerte über die Ausführung und Berechnung der Grundformen der Verbundkonstruktionen, Teil II beschäftigt sich mit den

durch die neue Bauweise hervorgebrachten Spezialkonstruktionen und gibt ein anschauliches Bild darüber, wie umfassend der Eisenbetonbau schon heute in unsere gesamte Bautechnik eingedrungen ist.

Ein Studium der beiden Bände empfiehlt sich von selbst, namentlich da seit dem Jahre 1904 auch die Architekten und Bauleiter neben dem Ausführenden verantwortlich die baupolizeilich geforderten Unterlagen zeichnen müssen. *W. Hoffmann.*

Das Aufnehmen von Architekturen; von Karl Staatsmann, Reg.-Baumeister und Professor. Leipzig 1910. Konrad Grethlein.

In der Zeit, wo der Heimatschutz die Liebe und das Verständnis zum Studium der Hinterlassenschaften unsrer Vorfahren in weite Volkskreise tragen will, erscheint zu rechter Stunde ein Werk, welches sich mit dem Aufnehmen von Architekturen befaßt und gleichzeitig eine geschichtliche Darstellung der Entwicklung der Aufnahmekunst versucht. So einfach das Aufnehmen von Bauten gemeinhin aussehen mag, so oft ergibt es sich, daß nur wenige Aufnahmen den Untersuchungen der rauhen Wirklichkeit standzuhalten vermögen, daß das Aufnehmen also wohl seine schwierigen Seiten haben muß, und ich glaube, gar mancher hat schon, wenn es galt, das Gemessene zusammenzustellen, an seiner Arbeit gespürt, daß nicht alles so paßte, wie es eigentlich hätte passen sollen. Deswegen möge jeder, der sich auf diesem Gebiete nicht vollkommen sicher fühlt und sich überflüssige Nacharbeit sparen will, zu diesem Werke greifen, das die Entwicklung der Aufnahme vom ersten Bleistiftstrich bis zur Veröffentlichung, von der Wiege bis zum Grabe, umfaßt.

Der Verfasser teilt sein Werk in zwei Teile. Der erste bringt außer der Lehre vom Messen nebst hierher gehöriger Beschreibung und Handhabung der Meßinstrumente das Aufzeichnen und die verwertende Untersuchung des Gemessenen, dann die nichtzeichnerische — plastische und photographische — Aufnahme und schließlich die Reproduktions- und Vervielfältigungsverfahren für bildliche Darstellungen. Während die Lehre vom Messen und von den Meßinstrumenten hier weit über das Bedürfnis hinausgeht und unter Hinweis auf einschlägige Lehrbücher hätte stark gekürzt werden können, ist es sehr zu bedauern, daß die photographische und die photogrammetrische Aufnahme übermäßig stiefmütterlich behandelt werden. Wer es versucht hat, aus einer 40/40 ^{cm} großen Meßbildaufnahme durch Rückkonstruktion den Aufriß zu gewinnen, wird über des Verfassers Unternehmen, dazu das Schaubild einer Ansichtskarte zu verwenden, höchlichst erstaunt sein müssen; denn die mäßigsten Ansprüche an Genauigkeit werden auf keinen Fall damit befriedigt werden können.

Der zweite Teil bietet eine umfangreiche geschichtliche Behandlung der gestellten Aufgabe in loser, knapper Form. An und für sich ist es leicht erklärlich, daß sich der Verfasser, veranlaßt durch die Verschiedenartigkeit der Zwecke der Aufnahme, welche sich nach technisch-künstlerischen und beschreibend-rekonstruierenden Gesichtspunkten gliedern lassen, Antwort auf Fragen suchte, welche sich auf den Stand des Vermessungswesens und der Maßeinheiten, auf die Art und Weise der zeichnerischen Vorarbeiten zu den Bauten und weiterhin der methodischen Aufnahmeverfahren früherer Zeiten bezogen; weniger erklärlich ist es, daß eine solche interessante und vielfach aufklärende Zusammenstellung uns bis jetzt fehlte. Die Fülle des hier Gebotenen wirkt beinahe verwirrend. Wertvoll ist die Literaturübersicht am Ende des Buches.

Die beigegebenen Abbildungen, zum großen Teil vom Verfasser selbst, sind gut und anschaulich eingeordnet. *W. H.*

Redlich, J., Kgl. Baurat. Das Veranschlagen und die Aufstellung von Entwürfen für Hochbauten. 3. Aufl. Berlin 1911. Wilhelm Ernst & Sohn. Preis geb. M. 2,60.

Die Herausgabe der „Dienstanweisung für die Ortsbaubeamten der Staatshochbauverwaltung" in 3. Auflage veranlaßte den Verfasser, die bisherige „Anweisung für die Behandlung der ausführlichen Entwürfe und Kostenanschläge zu Hochbauten" neu zu bearbeiten und unter Zusammenstellung aller bestehenden Vorschriften eine Anleitung zur Aufstellung von Entwürfen in formeller Hinsicht und deren Veranschlagung zu geben. Selbstverständlich ist nur das im Staatsdienst übliche Verfahren eingehend behandelt worden, weil die Reichs-, Provinzial-, Kreis- und Stadtverwaltungen fast ganz allgemein dasselbe angenommen haben, während auf etwaige im Privatbau beliebte Abweichungen verzichtet werden konnte. Das Verfahren ist an dem ausführlichen Entwurf und Kostenanschlage zum wiederholt ausgeführten Wohnhause einer Försterei klar erörtert bis auf die Einsetzung der Preise, welche in durchaus richtiger Würdigung der Verschiedenartigkeit derselben weggelassen sind und überall leicht und zutreffend ermittelt werden können.

Die Behandlung und überschlägliche Veranschlagung der Vorentwürfe ist mit den Bestimmungen über Berechnung der bebauten Grundfläche und des Rauminhaltes der Gebäude verbunden. Die technischen Grundsätze für Aufstellung der Entwürfe und Kostenanschläge enthalten eine reiche Fülle beherzigenswerter konstruktiver Details. Die Zusammenstellung des Bedarfes von Steinen und Mörtelmaterialien in Maurer-, Beton- und Dachdeckerarbeiten ist unentbehrlich.

Das Buch ist ein vortrefflicher Leitfaden für den Unterricht wie für das Selbststudium und gehört ohne Zweifel zu dem Besten, was auf diesem Gebiete geschrieben worden ist. *Schl.*

Falkenberg, G. v. Elektrizität und Luftschiffahrt in ihren wechselseitigen Beziehungen. Rostock 1910. Volckmann. Preis 1,80 M.

Der Verfasser sieht die Vervollkommnung der Luftschiffahrt in ausgedehnterer Verwendung der Elektrizität, sowohl zum Antrieb der Motoren mit Hilfe der weiter zu erleichternden Akkumulatoren als auch zur drahtlosen Steuerung der Luftschiffe, und will diese Energieform nicht nur zur drahtlosen Verständigung und Orientierung, sondern auch elektrolytisch zur Gewinnung zweier für den Luftschiffer höchst wertvoller Materialien, Wasserstoff und Aluminium, angewendet wissen. Andrerseits soll die Luftschiffahrt intensiver in den Dienst der Erforschung der luftelektrischen Erscheinungen gestellt werden, um den daraus resultierenden Gefahren der Luftschiffe erfolgreicher begegnen zu können. — Wenn auch noch manches erfunden werden muß, bevor die geistreichen Ausblicke des Verfassers sich verwirklichen, so verlangt er doch nicht Utopisches. Das Büchlein gibt vielerlei Anregung und wird sicher viel Teilnahme und Zustimmung finden. *S.*

Für die Schriftleitung verantwortlich: Professor W. Schleyer.

Druck von Gebrüder Jänecke, Hannover.

ZEITSCHRIFT

für

Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben

von dem Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.

Schriftleiter: Professor **W. Schleyer,** Geheimer Baurat.

Jahrgang 1911. Heft 4. (Band LVII; Band XVI der neuen Folge.)



Erscheint jährlich in 6 Heften. Jahrespreis 22,60 Mark.

Bauwissenschaftliche Mitteilungen.

Zur Theorie und Praxis der Raumakustik.

Von Prof. Dr. Richard Heger (Dresden).

I. Einleitung.

Unbeschadet der Anerkennung der Förderung, die die Raumakustik den Bemühungen zahlreicher Architekten, Physiologen und Physiker verdankt, darf W. Sabine das Verdienst zugesprochen werden, durch seine im Jahre 1900 erschienenen Abhandlungen*) die Raumakustik auf wissenschaftliche Grundlagen gestellt zu haben. Nach allgemeineren akustischen Vorbemerkungen kommt Sabine zu dem Entschlusse, sich zunächst auf die Untersuchung des Nachhalles, auf die Messung seiner Dauer und die Untersuchung der Mittel zu seiner Abminderung zu beschränken. Auf Grund von Versuchen, die nicht näher beschrieben werden, stellt Sabine drei grundlegende Sätze auf, deren Allgemeingültigkeit zwar zweifelhaft sein dürfte, die aber jedenfalls als erste Annäherungen und äußerste, notwendige Vereinfachungen der Behandlung der hier einschlagenden Aufgaben zugrunde gelegt werden können. Diese Grundsätze lauten:

1. Die Dauer des Nachhalles ist an allen Stellen des Raumes dieselbe.
2. Die Verminderung der Nachhalldauer durch einen Dämpfer hängt von seiner Lage nicht ab.
3. Die Dauer des Nachhalles hängt von der Stelle des Raumes nicht ab, an der der Schall erzeugt wird.

Sabine verwendet bei seinen Untersuchungen Orgelpfeifen von 512 Schwingungen/Sekunde; da er den gewonnenen Zahlen allgemeine Gültigkeit beilegt, so macht er stillschweigend die Voraussetzung, daß die Nachhalldauer eines Raumes nicht von der Tonhöhe abhängt.

Als regierender Begriff tritt bei Sabine die Dämpfungszahl hervor; hierbei wird stillschweigend vorausgesetzt, daß die Dämpfungszahl einer Wandbeschaffenheit weder von der Tonhöhe noch vom Einfallswinkel abhängt.

Die nachstehenden Untersuchungen stehen auf dem Grunde, den Sabine gelegt hat; insbesondere nehmen sie die drei Sabineschen Sätze und die weitern Voraussetzungen als gegeben an; die Ausgestaltung der Formeln und deren Verwendung zur Lösung der raumakustischen Aufgaben enthält indessen so viel Selbständiges, daß ihre Mitteilung an dieser Stelle gerechtfertigt erscheinen dürfte.

*) Wallace Sabine, Architectural Acoustics, gleichzeitig veröffentlicht in The American Architect and Building News, Bd. 68, und im Engeneering Record, Bd. 41, sowie in einem Sonderabdrucke, der dem Verfasser nicht zugänglich war.

II. Hauptgleichungen der Raumakustik.

Wird eine Wandfläche von der Schallenergie E getroffen, so geht ein Teil davon als Schallenergie der Luft des Raumes verloren; dieser verlorene Teil kann mit E verhältnisgleich gesetzt und mit aE bezeichnet werden, wo a weder von der Menge noch der Art der Energie, auch nicht vom Einfallswinkel abhängt. Die Zahl a wird als die Dämpfungszahl oder kürzer als die Dämpfung der Wandbeschaffenheit bezeichnet.

Breiten sich Wandbeschaffenheiten, denen die Dämpfungen $a_1, a_2, a_3 \dots$ zukommen, über die Flächen $f_1, f_2, f_3 \dots$ aus und wird die Gesamtheit dieser Flächen von der Energie E getroffen und angenommen, daß diese sich gleichförmig über $f = f_1 + f_2 + \dots$ verteilt, so kommt an f_i der Betrag $E \cdot f_i : f$ zum Rückwurfe und dabei verschwindet $a_i E f_i : f$; im ganzen verschwindet also bei einem Rückwurfe an den genannten Flächen von der auffallenden Energie E der Betrag

$$\frac{f_1 a_1 + f_2 a_2 + \dots}{f} \cdot E.$$

Der vor E stehende Faktor kann als durchschnittliche oder mittlere Dämpfung der Fläche f bezeichnet werden; wird dafür a gesetzt, und ist $\gamma_i = f_i : f$, so hat man

$$a = \gamma_1 a_1 + \gamma_2 a_2 + \gamma_3 a_3 + \dots$$

Die Zahl γ_i kann man als das der Dämpfung a_i zukommende Flächenverhältnis bezeichnen.

Ein Raum sei R^{cbm} groß und enthalte zu einer gewissen Zeit die spezifische Schallenergie E, habe also im ganzen den Energieinhalt $R \cdot E$; im Verlaufe der Zeit sinkt dieser Inhalt durch die während dieser Zeit stattfindenden Rückwürfe.

Wir nehmen an, daß in jeder Sekunde k mal zurückgeworfen wird, und daß bei jedem Rückwurfe das a fache

der auffallenden Energie akustisch verschwindet. Alsdann bleibt nach dem ersten Rückwurfe der Betrag

$$RE \cdot (1 - a),$$

nach dem zweiten, dritten, vierten .... bleiben

$$RE \cdot (1 - a)^2, \quad RE \cdot (1 - a)^3, \quad RE \cdot (1 - a)^4, \quad \ldots,$$

nach t Sekunden, d. i. nach kt Rückwürfen, beträgt die noch vorhandene im Raume enthaltene Energie

$$RE \cdot (1 - a)^{kt}.$$

Wird die im Raume nach t Sekunden noch vorhandene spezifische akustische Energie mit E' bezeichnet, so ist daher

$$1) \quad RE' = RE \cdot (1 - a)^{kt},$$

oder einfacher

$$2) \quad E' = E \cdot (1 - a)^{kt}.$$

Hieraus folgt die Nachhalldauer T, wenn man E' durch die spezifische Energie e an der Reizschwelle ersetzt; man hat

$$3) \quad e = E \cdot (1 - a)^{kT}.$$

Nimmt man mit Sabine e als Einheit der Energie, so folgt

$$4) \quad \frac{1}{E} = (1 - a)^{kT}.$$

Hierzu muß bemerkt werden, daß sich e zur Einheit recht wenig eignet, da die akustische Reizschwelle nicht bloß von Beobachter zu Beobachter, sondern auch für denselben Beobachter von einem Tag zum andern, ja von einer Stunde zur andern nicht unbeträchtlich schwankt.

Die Gl. 4) wollen wir als erste Hauptgleichung der Raumakustik bezeichnen.

Sie dient zur Behandlung von raumakustischen Aufgaben, wenn die Energie dem Raume stoßweise zugeführt wird (durch eine elektrische Entladung, eine Explosion, den Schlag eines Hammers gegen einen Ambos usw.).

Wird dagegen die Energie dauernd gleichmäßig zugeführt, etwa durch eine gleichmäßig stark angeblasene Orgelpfeife, und bezeichnet man hier die in der Sekunde zugeführte spezifische Energie mit F, so tritt vom Beginn der Energiezufuhr an bis zum Eintritt des ersten Rückwurfs die Energie $RF:k$ in den Raum; im nächsten k^{ten} Teile einer Sekunde ist infolge des ersten Rückwurfs hiervon noch übrig

$$\frac{RF}{k}(1 - a),$$

während $RF:k$ neu hinzugekommen ist, so daß im Raume sich die gesamte Energie

$$\frac{RF}{k} + \frac{RF}{k}(1 - a)$$

befindet; so weiter schließend, erkennt man, daß nach m solchen Zeitabschnitten der Raum die Energie enthält

$$\frac{RF}{k}\left\{1 + (1 - a) + (1 - a)^2 + \ldots + (1 - a)^{m-1}\right\} =$$

$$= \frac{RF}{ka}\left\{1 - (1 - a)^m\right\}.$$

In allen praktischen Fällen ist m so groß, daß man von $(1 - a)^m$ absehen kann; diese Voraussetzung ist zweifellos erfüllt, wenn die Einströmung der Energie länger als der Nachhall dauert. Man hat alsdann, wenn E die durch gleichmäßigen Energiezufluß erzeugte größte spezifische Energie des Raumes bezeichnet,

$$RE = \frac{RF}{ka}$$

oder einfacher

$$5) \quad E = \frac{F}{ka}.$$

Für die ganze Nachhalldauer T hat man in diesem Falle

$$e = \frac{F}{ka}(1 - a)^{kT}$$

oder, wenn e als Einheit gilt,

$$6) \quad \frac{ka}{F} = (1 - a)^{kT}.$$

Dies ist die zweite Hauptgleichung der Raumakustik.

Man kann die beiden strengen Hauptgleichungen unter Umständen durch genügende Annäherungen ersetzen, mit denen sich leichter rechnen läßt. Geht man nämlich in 4) und 6) zu den natürlichen Logarithmen über, so erhält man

$$\log \text{nat} \frac{1}{E} = kT \log \text{nat}\,(1 - a),$$

$$\text{bzw.} \quad \log \text{nat} \frac{ka}{F} = kT \log \text{nat}\,(1 - a).$$

Ist nun a ein genügend kleiner Bruch, so kann man setzen

$$\log \text{nat}\,(1 - a) = -a,$$

wodurch man erhält

$$4\text{b}) \quad aT = \frac{1}{k} \log \text{nat}\, E,$$

$$6\text{b}) \quad aT = \frac{1}{k} \log \text{nat} \frac{F}{ka}.$$

Sabine stellt a. a. O., zunächst ohne theoretische Begründung, das von ihm so benannte Hyperbelgesetz auf

$$7) \quad AT = KR,$$

$$\text{wobei} \quad A = a_1 f_1 + a_2 f_2 + \ldots,$$

welche Zahl von Sabine als Gesamtdämpfung des Raumes bezeichnet wird. Für K wird aus Versuchen der Wert 0,164 abgeleitet, wenn als Anfangsenergie

$$E = 10^6, \quad \log \text{nat}\, E = 13{,}8$$

vorausgesetzt wird. Hält man 7) gegen 4b), so erkennt man, daß Sabines Hyperbelgesetz angenähert gilt, wenn die spezifische Energie 10^6 stoßweise zugeführt wird und wenn

$$\frac{13{,}8}{k} = \frac{0{,}164\,R}{f}, \quad \frac{1}{k} = 0{,}0119 \cdot \frac{R}{f}.$$

III. Verwendung der Hauptgleichungen.

Beobachtet man in einem Raume, dessen mittlere Dämpfung a ist, die Nachhallzeiten T_1, T_2, T_3, die sich ergeben, wenn die spezifischen Energiestöße E_1, E_2 erst einzeln und dann gleichzeitig erfolgen, so hat man nach II, Nr. 4)

$$E_1 = (1 - a)^{-kT_1}, \quad E_2 = (1 - a)^{-kT_2},$$
$$E_1 + E_2 = (1 - a)^{-kT_3},$$

Setzt man $E_2 = vE_1$, so ergibt sich hieraus

$$v = (1 - a)^{-k(T_2 - T_1)}, \quad 1 + v = (1 - a)^{-k(T_3 - T_1)}$$

$$1) \quad \frac{\log(1 + v)}{\log v} = \frac{T_3 - T_1}{T_2 - T_1};$$

$$2) \quad k \log(1 - a) = \frac{\log v}{T_1 - T_2}.$$

Zur Beurteilung der durch 1) erreichbaren Genauigkeit leitet man aus 1) die Differentialformel ab

$$3) \quad du_2 \log(v + 1) - du_3 \log v = \left(\frac{u_3}{v} - \frac{u_2}{v + 1}\right) M dv;$$

hierin ist M der Modul der gemeinen Logarithmen

$$M = 0{,}43429, \quad 1 : M = 2{,}3026,$$
$$u_2 = T_2 - T_1, \quad u_3 = T_3 - T_1.$$

Für die nicht ungewöhnlichen Annahmen

$$E_1 = 10^4, \quad k = 80, \quad a = 0{,}03, \quad v = 1$$

folgt

$$T_1 = T_2 = 3{,}780, \quad T_3 = 4{,}064;$$

setzt man dies in 3) ein, so ergibt sich

$$dv = \frac{\log 2}{M \cdot 0{,}284} \cdot du_2 = 2{,}441 \cdot du_2.$$

Unter den angenommenen Voraussetzungen ist daher die für v erzielte Genauigkeit ungefähr der achte Teil der für die Zeit geltenden.

Weiter als bis zu der Kenntnis von v und $k \cdot \log(1-a)$ führt die Beobachtung mit verschiedenen Energiestößen nicht.

Um weiter zu kommen, muß man **abgestufte Dämpfung** anwenden. Haben sich bei den durchschnittlichen Dämpfungen a, a_1, a_2 die Nachhallzeiten T, T_1, T_2 ergeben, so folgt

$$4)\qquad (1-a)^T = (1-a_1)^{T_1} = (1-a_2)^{T_2}.$$

Sind die Dämpfungen a_1 und a_2 dadurch erzielt worden, daß man die Dämpfung a durch die Dämpfung x mit den Flächenverhältnissen γ_1 und γ_2 ersetzte, so ist

$$a_1 = a + \gamma_1 (x-a),\quad 1-a_1 = (1-a)\left(1-\gamma_1 \frac{x-a}{1-a}\right),$$

$$a_2 = a + \gamma_2 (x-a),\quad 1-a_2 = (1-a)\left(1-\gamma_2 \frac{x-a}{1-a}\right).$$

Führt man dies in 4) ein, so folgt:

$$(1-a)^T = (1-a)^{T_1}\left(1-\gamma_1 \frac{x-a}{1-a}\right)^{T_1},$$

$$(1-a)^T = (1-a)^{T_2}\left(1-\gamma_2 \frac{x-a}{1-a}\right)^{T_2}.$$

Hieraus ergibt sich, wenn man $T : T_1 = n_1$, $T : T_2 = n_2$ setzt,

$$(1-a)^{n_1-1} = 1-\gamma_1 \frac{x-a}{1-a},$$

$$(1-a)^{n_2-1} = 1-\gamma_2 \frac{x-a}{1-a},$$

und schließlich

$$5)\qquad \gamma_2 (1-a)^{n_1-1} - \gamma_1 (1-a)^{n_2-1} - (\gamma_2-\gamma_1) = 0.$$

Durch Annäherungsrechnung findet man hieraus $(1-a)$.

Die Differentiation von 5) ergibt

$$\begin{aligned}&-\gamma_2 (n_1-1)(1-a)^{n_1-2} \cdot da\\ &+\gamma_1 (n_2-1)(1-a)^{n_2-2} \cdot da\\ &+\gamma_2 l(1-a)\cdot(1-a)^{n_1-1} \cdot dn_1\\ &-\gamma_1 l(1-a)\cdot(1-a)^{n_2-1} \cdot dn_2 = 0,\end{aligned}$$

$$6)\qquad da = \frac{(1-a)\, l(1-a)\left[\gamma_1 dn_2 - \gamma_2 (1-a)^{n_1-n_2} dn_1\right]}{\gamma_1 (n_{2-1}) - \gamma_2 (n_1-1)(1-a)^{n_1-n_2}}$$

Aus den Voraussetzungen

$\gamma_1 = 0{,}5$; $\gamma_2 = 0{,}8$; $n_1 = 2{,}206$; $n_2 = 2{,}952$; $a = 0{,}03$ folgt, wenn noch $dn_1 = dn_2$ angenommen wird,

$$da = 1{,}14 \cdot dn_1.$$

Um eine befriedigende Genauigkeit für a zu erhalten, muß man also sehr genaue Zeitmessungen machen; will man mit da nicht über 0,001 kommen, so darf auch dn_1 sich nicht über 0,001 erheben. Dieser Anforderung kann aber bei raumakustischen Messungen kaum genügt werden; selbst wenn man über große Hörsicherheit verfügt und zur Bestimmung jeder Nachhalldauer bis zu 20 Einzelbeobachtungen durch Mittelbildung vereinigt, so wird man doch den mittlern Fehler dn_1 nicht wesentlich unter 0,01 Sek. herabdrücken können. **Die Gleichung 5) darf man nicht benutzen, wenn man die Nachhalldauer nicht bis auf wenige Tausendstel Sekunden sicher bestimmt hat.**

Zu einer weniger empfindlichen Bestimmung von a kommt man, wenn man mit Sabine (a. a. O.) annimmt, daß **größere Fenster- oder Toröffnungen, die ins Freie führen, die Dämpfung 1 haben**, also den Schall nicht ins Innere zurückwerfen, sondern die ganze auffallende Energie ins Freie ausströmen lassen. Nimmt man wieder einen Versuchsraum mit überall gleicher Dämpfung a an und gilt für die ins Freie führenden Oeffnungen das Flächenverhältnis γ, so hat der Raum, wenn die Oeffnungen frei sind, die mittlere Dämpfung

$$7)\qquad a_0 = a + \gamma(1-a) = \gamma + (1-\gamma)\, a.$$

Bewirkt die stoßweise eingeführte spezifische Energie E die Nachhalldauer T_0, so hat man

$$(1-a)^{kT} = (1-a_0)^{kT_0} = (1-\gamma)^{kT_0} \cdot (1-a)^{kT_0}.$$

Hieraus ergibt sich

$$(1-a)^{T-T_0} = (1-\gamma)^{T_0},$$

$$8)\qquad \log(1-a) = -\frac{T_0 \log(1-\gamma)}{T-T_0}.$$

Für E und k folgt aus 8)

$$9)\qquad \frac{1}{k}\log E = \frac{T\,T_0}{T-T_0}\log\frac{1}{1-\gamma}.$$

Will man zur Kenntnis der Einzelwerte k und E kommen, so muß man eine Beobachtung mit einer andern Energie $E_1 = vE$ machen. Man erhält dann

$$10)\qquad \begin{cases} k = -\dfrac{\log v}{(T-T_1)\log(1-a)}, \\[2mm] \log E = k \cdot \dfrac{T\,T_0}{T-T_0}\log\dfrac{1}{1-\gamma}. \end{cases}$$

Verwendet man nicht Energiestöße, sondern **gleichmäßig zufließende Energie**, so kann man die in der Sekunde zufließende spezifische Energie F, die Zahl k und die Dämpfung a aus drei Beobachtungen ableiten, die bei geschlossenem Tor und mit den verhältnismäßigen Oeffnungen γ_1 und γ_2 angestellt werden. Sind die Nachhallzeiten T, T_1, T'_2, so hat man aus der zweiten Hauptgleichung

$$11)\qquad \frac{\{(1-\gamma_2)(1-a)\}^{kT_2}}{\gamma_2 + (1-\gamma_2)\,a} = \frac{\{(1-\gamma_1)(1-a)\}^{kT_1}}{\gamma_1 + (1-\gamma_1)\,a} = \frac{(1-a)^{kT}}{a}.$$

Setzt man $u_1 = T - T_1$, $u_2 = T - T_2$, so folgt

$$12)\qquad \begin{aligned} &k\{T_1 \log(1-\gamma_1) - u_1 \log(1-a)\}\\ &\quad = \log(\gamma_1 + (1-\gamma_1)\,a) - \log a,\\ &k\{T_2 \log(1-\gamma_2) - u_2 \log(1-a)\}\\ &\quad = \log(\gamma_2 + (1-\gamma_2)\,a) - \log a, \end{aligned}$$

und hieraus durch Entfernung von k

$$13)\qquad \frac{T_1 \log(1-\gamma_1) - u_1 \log(1-a)}{T_2 \log(1-\gamma_2) - u_2 \log(1-a)} = \frac{\log(\gamma_1 + (1-\gamma_1)\,a) - \log a}{\log(\gamma_2 + (1-\gamma_2)\,a) - \log a}.$$

Aus dieser Gleichung erhält man a durch Annäherung, alsdann k aus 12)

$$14)\qquad k = \frac{\log(\gamma_1 + (1-\gamma_1)\,a) - \log a}{T_1 \log(1-\gamma_1) - u_1 \log(1-a)}$$

und endlich noch

$$15)\qquad F = \frac{ka}{(1-a)^{kT}}.$$

Für $k = 50$, $a = 0{,}03$, $T = 4$, $\gamma_1 = 1/100$, $\gamma_2 = 1/60$ ergeben sich $T_1 = 2{,}870$, $T_2 = 2{,}395$. Setzt man dies in 13) ein und rechnet mit vierstelligen Logarithmen, so erhält man für die beiden Seiten der Gleichung 0,6473 und 0,6498; ersetzt man dagegen a durch 0,032, so erhält man 0,6634 und 0,6473. Die Gleichung 13) ist also zur Bestimmung von a praktisch verwendbar.

IV. Messung der Nachhalldauer.

Das feinste, empfindlichste Hilfsmittel zur Beobachtung des Nachhalles ist das Ohr; leider ist aber seine Empfindlichkeit ziemlich großen Schwankungen ausgesetzt, so daß die Nachhalldauer unter sonst gleichen Umständen an verschiedenen Tagen sowie auch in verschiedenen Stunden desselben Tages recht erheblich verschieden gefunden werden kann. Solche Schwankungen zeigen sich überall, wo es sich um Wahrnehmungen an der Reizschwelle handelt. Man muß daher dafür besorgt sein, daß man, wenn irgend möglich, nicht Beobachtungen in dieselbe Rechnung einführt, die ein paar Stunden oder länger auseinanderliegen. Dieser Forderung kann man aber nicht

immer genügen. Will man z. B. die Wirkung beobachten, die die Anwendung von Dämpfungsmitteln in einer Kirche hervorbringt, so hat man erst in der leeren Kirche die Nachhalldauer zu messen, dann die Dämpfung anzubringen und hierauf die Nachhalldauer in dem gedämpften Raume zu bestimmen; zwischen der ersten und zweiten Messung müssen die Dämpfer angebracht werden, und darüber kann mehr als ein Tag vergehen. In diesem Falle kann man sich damit vor Täuschungen und Fehlern hüten, daß man die Beobachtung in dem ungedämpften Raume nach Beseitigung der Dämpfer wiederholt und die drei Beobachtungen an der gleichen Tagesstunde vornimmt. Hat man einen Hilfsraum mit geeignet großer Nachhalldauer zur Verfügung, so wird man jeden Satz Beobachtungen in der Kirche zwischen zwei Beobachtungen im Hilfsraume vornehmen; dabei kann man natürlich im Hilfsraume eine andre Energiequelle als in der Kirche verwenden, muß aber entweder zwei Chronographen haben oder den Hilfsraum und die zu untersuchende Kirche telegraphisch verbinden. Wenn man verwertbare Beobachtungen anstellen will, wird man womöglich täglich Nachhalldauermessungen unter sonst gleichen Umständen ausführen, um Einblick in die Schwankungen zu gewinnen, denen diese Bestimmungen ausgesetzt sind, und die Umstände kennen zu lernen, die eine möglichst zuverlässige Messung ergeben.

Man kann daran denken, das Ohr durch ein mechanisches Hilfsmittel zu ersetzen; dabei kann wohl nur eine sehr empfindliche Grammophon-Aufnahmemembran für Wellenlinienschrift in Frage kommen. Wenn man die Wellenlinien auf eine berußte Zylinderfläche schreiben läßt und daneben Wellenlinien von einer elektrisch angeregten Stimmgabel erzeugt, deren Schwingungszahl genau bekannt ist, so kann man jedenfalls mit größerer Genauigkeit und Sicherheit die Nachhalldauer bestimmen, als durch das Abhören; leider habe ich diesen Weg noch nicht betreten können, weil mir bei meinen im Sommer 1910 angestellten Versuchen keine geeignete Aufnahmemembran zur Verfügung stand.

V. Der Versuchsraum und seine akustischen Eigenschaften.

Zur Ausführung raumakustischer Messungen ist ein Versuchsraum von etwa $8 \times 12 \times 4{,}5$ m erwünscht, mit einem kleinern Nebenraume zur Unterkunft der Uhr, des Zeitschreibers usw. Der Versuchsraum ist mit dem Nebenraume durch eine kleine Tür verbunden, mit der Umgebung durch ein Flügeltor von etwa 8 qm Lichtöffnung. Im geschlossenen Zustande sollen die Tür und das Tor bündig mit der Wand sein. Fußboden, Decke und die — fensterlosen — Wände sollen möglichst gleiche akustische Beschaffenheit haben, so daß sie den Schall möglichst gleichmäßig gut zurückwerfen. Zur Ermittlung der Dämpfung a des Versuchsraumes bedient man sich der im III. Abschnitte bereits angegebenen Wege. Wenn Zweifel an der akustisch gleichen Beschaffenheit der Wände, des Fußbodens und der Decke vorhanden sind, so hat man einen hinlänglich kräftig wirkenden Dämpfer, der die Mitwirkung der von ihm bedeckten Wand usw. ausschließt (z. B. 3—4 cm starke Korkplatten) der Reihe nach an verschiedenen Stellen der Wand, der Decke und des Fußbodens anzubringen; wenn die Nachhallzeit sich unabhängig vom Ort des Dämpfers ergibt, so ist dadurch bewiesen, daß die Grenzen des Versuchsraums überall die gleiche Dämpfung haben. Ergeben sich auffällige Verschiedenheiten, so wird man zunächst versuchen, diese auf passende Weise durch Aenderung der Grenzbeschaffenheiten zu beseitigen. Ist dies nicht angänglich, so ist die erhaltene Zahl a die mittlere Dämpfung des Versuchsraums.

Um in diesem Falle die Dämpfungen $a_1\ a_2 \ldots$ für die verschiedenen aus den Grenzen des Versuchsraumes vorkommenden Wandbeschaffenheiten zu ermitteln, verschafft man sich einen Dämpfer X, dessen Dämpfungszahl x ungefähr so groß ist wie die größte der Zahlen $a_1\ a_2 \ldots$, und der so beschaffen ist, daß, wenn mit ihm eine Stelle der Grenze des Versuchsraumes bedeckt ist, die Zurückwerfung nur von X, ohne Mitwirkung der dahinterliegenden Raumgrenze, bewirkt wird. Hiernach darf X nicht aus einem dünnen Webstoffe bestehen, weil die Schallwellen Gewebe durchdringen und bei der Zurückwerfung an einer mit einem Gewebe überkleideten Wandstelle Bekleidung und Wand zusammenwirken; dagegen ist kräftiges, unbedrucktes, glattes Linoleum verwendbar. Hat man mit x die verhältnismäßige Fläche γ_i der Wandbeschaffenheit bedeckt, deren Dämpfung a_i ist, und beobachtet die Nachhalldauer T_i bei stoßweise eingeführter Energie, so ist, wenn a die mittlere Dämpfung bezeichnet,

$$1)\qquad \{1 - a - \gamma_i\,(x - a_i)\}^{T_i} = (1 - a)^T.$$

Hierin ist a als bekannt anzusehen; man erhält daher aus 1) die Unterschiede

$$2)\qquad u_i = x - a_i.$$

Bestimmt man so die u_i für alle n an den Grenzen des Versuchsraumes vorkommenden a_i, multipliziert jedes u_i mit dem zugehörigen γ_i und zählt dann zusammen, so erhält man

$$\gamma_1 u_1 + \gamma_2 u_2 + \cdot\cdot + \gamma_n u_n =$$
$$(\gamma_1 + \gamma_2 + \cdot\cdot + \gamma_n)\, x - (\gamma_1 a_1 + \ldots);$$

da $\gamma_1 + \gamma_2 + \cdot\cdot + \gamma_n = 1$, $\gamma_1 a_1 + \gamma_2 a_2 + \cdot\cdot + \gamma_n a_n = a$, so folgt

$$3)\qquad x = a + \gamma_1 u_1 + \gamma_2 u_2 + \ldots + \gamma_n u_n,$$
$$a_1 = x - u_1,\ a_2 = x - u_2,\ \ldots\ a_n = x - u_n.$$

Zur Bestimmung von k und E, sowie zur Ermittlung von a, k und F aus Versuchen mit gleichmäßig zuströmender Energie genügt das im III. Abschnitt Mitgeteilte.

VI. Bestimmung von Dämpfungen.

Die Bestimmung der Dämpfungen solcher Stoffe, die als Wandbeschaffenheiten eines Großraumes in Frage kommen können, ist die Hauptaufgabe der praktischen Raumakustik. Vorausgesetzt wird ein Versuchsraum, dessen akustische Zahlen genau ermittelt sind. Hat man im Versuchsraume die verhältnismäßige Fläche γ, deren Dämpfung a' ist, mit dem zur Untersuchung vorgelegten Dämpfer bedeckt und ist x seine Dämpfung, T die beobachtete Nachhalldauer, so berechnet man x aus der Gleichung

$$1)\qquad \log\,[1 - a - \gamma\,(x - a')] = -\frac{1}{kT}\log E,$$

wenn die Energie stoßweise zugeführt worden ist, oder aus der Gleichung

$$2)\qquad k \log\,[1 - a - \gamma\,(x - a')] - \frac{1}{T}\log\,[a + \gamma\,(x - a')] - \frac{1}{T}\log\frac{k}{F} = 0,$$

bei gleichmäßig zugeströmter Energie; im letzten Falle hat man ein geeignetes Näherungsverfahren anzuwenden.

Dabei hat man, wie schon oben bemerkt, darauf zu achten, ob bei der Reflexion an einer Wandbekleidung diese Bekleidung allein dämpfend wirkt, oder ob die darunterliegende Wandfläche sich an der Reflexion beteiligt. Nur im ersten Falle gewinnt man eine Dämpfungszahl, die für den untersuchten Dämpfer bezeichnend ist; im andern erhält man die für den Verein Wandfläche + Dämpfer geltende Dämpfung; dabei hat man auf die gegenseitige Stellung von Dämpfer und Wand (die Dicke der dazwischenliegenden Luftschicht) sorgfältig zu achten.

VII. Akustische Verbesserungen und Vorherbestimmungen.

In einem Raume, dessen Akustik mangelhaft ist, mißt man die Nachhalldauer, und zwar erst bei dem gegebenen Zustande des Raumes und dann nach Anbringung eines genügend ausgedehnten guten Dämpfers, dessen Dämpfungs-

zahl bekannt ist. Wendet man Energiestöße an, so genügen zwei Beobachtungen. Die Gleichung

$$(1-a)^T = (1-a-\gamma u)^{T'},$$

wobei u der Unterschied der Dämpfung des Dämpfers und seiner Unterlage, γ seine verhältnismäßige Fläche ist, kann man in dieser Form nicht verwenden, wenn man die Fläche f des Raumes (Kircheninneres usw.) nicht kennt. Man hilft sich in diesem Falle durch Uebergang zu der angenähert richtigen Gleichung

$$\text{1)} \qquad a\,T = (a + \gamma u)\ T';$$

multipliziert man beide Seiten mit der Oberfläche f, setzt $af = A$ (Sabines Gesamtdämpfung des Raumes) und $\gamma f = \varphi$, wobei φ die vom Dämpfer bedeckte Fläche ist, so erhält man aus 1) die Gleichung

$$A\,T = (A + \varphi u)\ T',$$

woraus folgt

$$\text{2)} \qquad A = \frac{\varphi u T'}{T - T'}.$$

Will man mit gleichförmig zuströmender Energie arbeiten, so kann man die Ausmessung oder Abschätzung der Oberfläche des Raumes nicht entbehren; im übrigen erfolgt die Ermittlung von a nach den für die Dämpfung des Versuchsraumes gegebenen Vorschriften.

Bei diesen Versuchen wird man natürlich einen kräftigen Dämpfer bevorzugen; hauptsächlich wird man aber darauf achten, daß er leicht und ohne bleibende Beschädigung des Wandschmucks angebracht und wieder entfernt werden kann; auch dürfte der Kostenpunkt unter Umständen mitsprechen.

Die akustische Verbesserung wird nun dadurch bewirkt, daß man an geeigneten Stellen der Raumgrenzen genügend ausgebreitete, möglichst stark wirkende Dämpfer anbringt. Selbstredend wird man nur die schwachdämpfenden Teile der Raumgrenzen abdämpfen und unter den guten Dämpfern — worunter wir die begreifen wollen, deren Dämpfung 0,5 übersteigt — den auswählen, der den besondern Umständen des vorliegenden Falles am besten entspricht. Wie viele Quadratmeter Wandfläche man mit den ausgewählten Dämpfungsmitteln bekleidet, hängt davon ab, wie weit man die Nachhalldauer herabdrücken will. Für den praktischen Raumakustiker ist es das sicherste Auskunftsmittel, mit der bei den Versuchen benutzten Energiequelle Versuche in Großräumen anzustellen, deren Akustik befriedigt; der in diesen Räumen gefundenen Nachhalldauer wird man die in dem verbesserungsbedürftigen Raume möglichst nähern.

Ist ein Saal im Rohbau fertig, und sind auch die Gliederungen an Decke und Wänden bis auf feinere künstlerische Ausgestaltung schon vorhanden, so wird man ein gut zutreffendes Urteil über die Akustik des Raumes gewinnen, wenn man Sitzgelegenheiten anordnet, die den endgültigen an Dämpfung und Grundrißbedeckung möglichst nahekommen, sowie Teppiche ausbreitet, Vorhänge anbringt usw., die ebenfalls dem fertigen Zustande akustisch nahezu entsprechen, und alsdann durch geeignete Versuche die mittlere Dämpfung und die Zahl k bestimmt. Die letztere Zahl hängt nur von den geometrischen Verhältnissen, nicht aber von der Wandbeschaffenheit ab, ist also damit für die Endgestalt des Raumes ermittelt. Man kann nun die endgültige Wandbeschaffenheit so wählen, daß die Nachhalldauer genügend klein ausfällt.

Liegt nur die Planung eines Großraumes vor, so wähle man unter den akustisch untersuchten Räumen den aus, der in bezug auf die geometrischen Verhältnisse dem geplanten möglichst nahekommt, ihm also geometrisch ähnlich oder doch wenigstens nahezu ähnlich ist. Man darf dann die Annahme machen, daß die Zahlen k und k' des geplanten und des mit ihm verglichenen Raumes den mittlern Abmessungen, d. i. also den Kubikwurzeln der Inhalte beider Räume, umgekehrt verhältnisgleich sind. Aus dem auf diese Weise wenigstens angenähert genau bestimmten k und den geplanten oder von akustischer Seite vorgeschlagenen Wandbeschaffenheiten kann man dann auf die Nachhalldauer schließen.

VIII. Mitteilungen über akustische Untersuchungen.

Als Versuchsraum stand mir im Sommer 1910 ein ehemaliger Reitstall im Königl. Sächsischen Marstallgebäude zu Dresden (Stallstraße 2) zur Verfügung. Dieser Raum ist nahezu rechtwinklig, 14,70 m lang, 9,86 m breit, 4,53 m hoch; seine Decke wird von vier vierkantigen Stempeln gestützt. Die Wände sind glatt verputzt. Sie werden von drei Toren unterbrochen, in der Mitte der beiden Querwände und der einen Längswand; zwei sind mit den Außenseiten, eins mit der Innenseite der Umfassungsmauer bündig. Die eine Längswand hat drei, die andre zwei mit der Außenseite bündige, hochgelegene Fenster. Ein mittlerer Streifen des Bodens zwischen den senkrechten Stützen ist mit Sandsteinplatten getäfelt; im übrigen ist der Boden mit rechtwinkligen Steinen abgepflastert. Die Grenzfläche setzt sich zusammen aus 145 qm Fußboden, 145 qm Decke, 222,3 qm Wand, Fenstern und Toren, 16,8 qm Fläche der fünf Fensterleibungen, 9,5 qm Torleibung, zusammen 538,6 qm. Wird das Nordtor (nach außen) geöffnet, so ergibt sich eine Luftöffnung von 9,5 qm.

Als Energiequelle diente eine Knallbüchse, bestehend aus einem 44 cm langen, 5 cm weiten Messingrohre, in dem sich ein hölzerner Kolben dicht anschließend, doch mit sehr geringer Reibung, bewegen läßt. Durch einen senkrecht abwärts gerichteten Ruck wird der Kolben schnell herausgezogen und dadurch eine Schallerregung von sehr kurzer Dauer erzielt. Die mikroskopische Untersuchung einer Phonographenwalze zeigte, daß die Knallbüchse nur einige wenige Wellenzüge erzeugt, die sich auf der Walze scharf vom ersten und den folgenden Rückwürfen unterscheiden ließen. Die Knallbüchse ist daher zur stoßweisen Einführung von Energie gut verwendbar. Man könnte einwenden, daß die Menge der durch einen Stoß zugeführten Energie von der Geschwindigkeit abhängt, mit der der Kolben aus der Büchse herausgezogen wird, und daß daher dafür Gewähr geleistet werden müsse, daß immer dieselbe Geschwindigkeit angewendet wird, etwa in der Weise, daß man den Kolben nicht von der Hand, sondern durch ein fallendes Gewicht bewegt. Dagegen kann bemerkt werden, daß bei einem geübten Hilfsarbeiter nur geringe Schwankungen der Geschwindigkeit vorkommen; da nun die Grundgleichungen zeigen, daß die Nachhalldauer sich nur sehr wenig ändert, wenn die Anfangsenergie um ein paar Prozente zu- oder abnimmt, so kann man sich, wenn es nur auf praktisch verwendbare Zahlen, nicht auf möglichst weitgetriebene wissenschaftliche Genauigkeit ankommt, bei der angegebenen Energieerzeugung beruhigen. Zur Messung der Nachhalldauer diente ein Morsetelegraph in Verbindung mit einer Pendeluhr. Am Telegraphen wurde ein zweiter Elektromagnet angebracht; beide Anker bewegen Stahlnadeln, die in den Papierstreifen einstechen. Das Pendel, das durch elektrischen Kontakt in der Ausweichung die Zeitzeichen liefert, schlägt $^{60}/_{81}$ Sekunden und erzeugt bei jedem zweiten Schlage einen Zeitstich, so daß also der Abstand zweier Zeitstiche auf dem Morsestreifen $^{120}/_{81}$ Sekunden abbildet.

Vorläufige Versuche mit verschiedenen Dämpfungsmitteln ergaben für Fußboden, Decke und Wände nahezu dieselbe spezifische Dämpfung. Unter der nunmehr festgehaltenen Annahme gleichartiger Wandbeschaffenheit wurden die Nachhallzeiten T und T_0 im geschlossenen Raume und bei Oeffnung des Nordtores (9,5 qm Oeffnung) beobachtet und zu $T = 3{,}24$ und $T_0 = 2{,}22$ bestimmt, wobei die Doppelschwingung des Uhrpendels als Zeiteinheit galt.

Aus der angenähert richtigen Gl. 4 b)

$$a T = (a + \gamma [1 - a]) T_0$$

folgt

$$a = \frac{\gamma T_0}{T + \gamma T_0 - T_0}.$$

Führt man hier

$$\log \gamma = \log 9{,}5/538{,}6 = 8{,}2465$$

sowie die obigen Werte von T und T_0 ein, so ergibt sich

$$a = 0{,}0372.$$

Wendet man dagegen die genauere Formel an

$$\log (1 - a) = \frac{T_0}{T - T_0} \log (1 - \gamma),$$

so erhält man $a = 0{,}0379$.

In der Lukaskirche zu Dresden (Südvorstadt) waren im Herbste 1908 behufs versuchsweiser Verbesserung der Akustik die Wände zum Teil mit Molton (in 3 cm Abstand glatt vor der Wand hängend, die rauhe Seite nach der Wand) verkleidet worden; der leidlich gute Erfolg führte zu dem Beschlusse, durch noch wirksamere Bekleidung einen guten akustischen Zustand herbeizuführen.

Zu diesem Zwecke wurde zunächst ein Teil der inzwischen verminderten Bekleidung wieder hergestellt, so daß am 21. Juni 1910 im ganzen 432,7 qm glatt verputzter Mörtelwand mit Molton verhängt waren. Die Nachhallzeit ergab sich bei Anwendung der Knallbüchse zu 3,32, mit einem mittlern Fehler von 0,03. Hierauf wurde der Molton abgenommen und am 23. Juni der Nachhall in der ganz unbekleideten Kirche gemessen; es ergab sich die Dauer 3,56 mit 0,02 mittlerm Fehler.

Nun wurden 93,9 qm Wandfläche des Versuchsraumes (Stallstraße 2) mit demselben Molton in derselben Weise verhängt und die Nachhallzeit erst im geschlossenen Raume, dann zur Kontrolle nach Oeffnung des Nordtores gemessen; dabei ergaben sich die Zeiten 2,55 und 1,89. Wendet man die angenähert richtigen Gleichungen 4 b) an, so ergeben sich für die spezifische Dämpfung d des Moltons die Zahlen 0,096 und 0,108; die strenge Gl. 4) dagegen führt auf 0,096 und 0,110.

Diese Zahlen stimmen zwar nicht besonders gut überein, können aber immerhin zur Bildung eines verwendbaren Mittels benutzt werden. Nimmt man d zu 0,102 an, so ergibt sich die Gesamtdämpfung der Lukaskirche (im unbekleideten Zustande) aus

$$\{A + 432{,}7 (d - 0{,}025)\} \cdot 3{,}32 = A \cdot 3{,}56,$$

wobei mit Sabine als spezifische Dämpfung der Mörtelputzwand 0,025 angenommen worden ist; hieraus folgt rund $A = 460$.

Nun handelte es sich darum, Dämpfungsmittel zu untersuchen, um sie für die Kirche in Vorschlag zu bringen. Nach den Untersuchungen, die Lyon im Jahre 1903 zur Verbesserung der sehr mangelhaften Akustik des großen Trocaderosaales in Paris ausgeführt hat*), war von zwei parallelen, in gegenseitigem Abstande von 5—6 cm und etwa 30 cm vor der Wand hängenden Moltonvorhängen besonders starke Dämpfung zu erwarten. Im Versuchsraume wurden 27 qm in der beschriebenen Weise verhängt; es ergab sich die Dämpfung des doppelten Moltonvorhangs zu 0,46, also bei weitem geringer, als man nach Lyons Erfahrung erwarten durfte.

Nach Sabine soll 25 mm starker Haarfilz gegen 0,7 spezifische Dämpfung haben. Mir standen ungefähr 30 qm ziemlich fester Haarfilz von 8—10 mm Stärke zur Verfügung, der auf an die Wand befestigten, etwa 30 mm dicken Latten aufgenagelt wurde; in 30—40 mm Abstand vor dem Filze wurde eine Rupfenbekleidung angeordnet; die spezifische Dämpfung der Doppelschicht Filz-Rupfen ergab sich nicht größer als 0,28.

*) Fournier, La Nature, Jahrg. 1909, Nr. 1874, S. 326; vgl. auch Unger, Zentralblatt der Bauverw., Jahrg. 1909, Bd. XXIX, Nr. 44.

Etwas mehr, nämlich 0,36, wurde erreicht, wenn der Filz nicht mit Rupfen, sondern mit Molton, die glatte Seite nach der Wand, die rauhe nach außen gerichtet, bekleidet wurde.

Um stärkere Dämpfung zu erreichen, wurden drei Schichten angewandt. Zunächst wurde die Zusammenstellung Filz-Molton-Barchent geprüft; die Zwischenräume Wand-Filz, Filz-Molton und Molton-Barchent betrugen je 30—40 mm; dadurch wurde die Dämpfung 0,51 erzielt. Hierauf wurde an Stelle des Filzes weicher, dicker Baumwollenfries genommen, darüber Barchent und zu oberst Molton; diese Zusammenstellung ergab 0,48.

Durch Vergrößerung der Abstände zwischen den Schichten hätte vielleicht noch stärkere Dämpfung erzielt werden können; da aber so dicke Bekleidungen kaum praktisch verwendbar sind, ist von darauf bezüglichen Versuchen abgesehen worden.

Viel kräftiger als selbst dreifache Gewebeschichten dämpfen Korkplatten mit unebener Oberfläche. Zunächst wurden glatte Platten von 5 cm Stärke (geliefert von Borchers, Dresden-N., Großenhainerstraße 30) untersucht und bei Anwendung von 15,07 qm Platten die Nachhalldauer 2,72 gefunden, woraus sich die Dämpfung 0,287 ergibt. Ganz anders wirkten aber Platten, die mit einer Schicht grobgeschnittener und durch ein geeignetes Bindemittel befestigter Korkstücken bedeckt waren. Bei Anwendung von 14 qm ergab sich 2,22 Nachhalldauer, woraus 0,68 Dämpfung folgt.

Obgleich diese Borchersschen Dämpfer aus einiger Entfernung betrachtet durchaus keinen unangenehmen Eindruck machen, so ist doch der Versuch gemacht worden, den künstlerischen Eindruck — und auch die akustische Wirkung — durch eine über die Platten ausgebreitete Webschicht zu verbessern. Hierzu wurde ein für akustische Zwecke besonders hergestelltes Waffelgewebe (von H. Beutel, Zittau, Kgr. Sachsen) verwendet, das sowohl in Naturfarbe (gelblicher Ton) als auch in verschiedenen Tönen gefärbt geliefert werden, sowie nach der Aufbringung an der Wand mit farbigem Schmuck (in Leimfarbe) versehen werden kann. Borcherssche Dämpfer, bekleidet mit Beutelschem Waffelgewebe in 30—40 mm Abstand, ergeben 0,73 Dämpfung; diese Zusammenstellung dürfte bei akustischen Verbesserungen in erster Linie anzuwenden sein.

Im Oktober (1910) hatte ich ein akustisches Gutachten über die evangelische Garnisonkirche in Dresden-Albertstadt abzugeben. Dort habe ich zur versuchsweisen Dämpfung 850 gebrauchte, wollene Militärschlafdecken angewendet. Ich hätte mit weniger auch auskommen können; es kam mir aber darauf an, eine starke Wirkung zu erzielen, die auch ohne Meßinstrumente wahrgenommen werden konnte. Die Decken wurden lose gefaltet, so daß drei Schichten übereinander lagen. Im Versuchsraume wurden bei einem Versuche 28 qm Wand, bei einem andern 49,7 qm Bodenfläche in der gleichen Weise mit den Schlafdecken abgedämpft; aus beiden Versuchen ergab sich übereinstimmend für die Decken die Dämpfung 0,25.

Die Versuche in der Kirche ergaben für deren Gesamtdämpfung 200. Die akustische Veränderung durch die angewandte Dämpfung (es waren der Fußboden des Altarplatzes, die Gänge im Schiff, ein Teil der Wandflächen am Altar und hinter den Emporen, sowie die Emporenbrüstungen, zusammen 673 qm bekleidet) war überraschend; aus einem äußerst geräuschvollen Raume, in dem jeder Tritt, jedes laut gesprochene Wort einen lärmenden Nachhall auslöste, war nach dem Urteil aller der Herren, die die Kirche in dem gedämpften Zustande beobachtet haben, ein ganz verschwiegener, friedlicher Raum geworden, in dem man sich über das ganze Schiff hinweg ohne Anstrengung unterhalten konnte; Sätze, die von der Kanzel aus in schnellstem Tempo und in absichtlich schreiend entstellter Sprechweise vor-

getragen wurden, konnten in den akustisch ungünstigsten Winkeln der Emporen ganz deutlich verstanden werden.

Wie mir der Baumeister dieser schönen Kirche (Herr Professor Lossow) bei Gelegenheit jener Versuche mitteilte, wurde vom Bauherrn kurz vor Beginn des Baues eine erhebliche Vergrößerung der wagerechten Abmessungen verlangt; ursprünglich war beabsichtigt gewesen, die gewölbte Decke glatt zu verputzen und farbig zu schmücken; akustische, an die Vergrößerung des Planes sich knüpfende Bedenken führten nun dazu, daß die Wölbung durch stark vorspringende Rippen unterbrochen und mit grobem Graupenputz bedeckt wurde.

Um die damit erzielte Wirkung abzuschätzen, sowie auch deswegen, weil für Anbringung von Borchersschen Dämpfern auch das Gewölbe in Frage kam, habe ich 32^{qm} Wandfläche in meinem Versuchsraume mit grobem Graupenputz versehen lassen; die Nachhalldauer wurde davon nicht in nennenswerter Weise beeinflußt. Graupenputz gehört hiernach nicht unter die guten Dämpfer.

Der große Saal der städtischen Ausstellungshalle in Dresden hat sehr mangelhafte Akustik; durch ein Velarium, das den größten Teil der gewölbten Decke verhüllt, sind die Fehler der Akustik zwar etwas abgeschwächt, aber noch nicht beseitigt worden. Aus Anlaß einer Bismarck-Gedächtnisfeier (1898), bei der der Redner die Herstellung einer befriedigenden Akustik zur Bedingung seiner Mitwirkung machte, wurden auf meinen Vorschlag die Zwischenräume zwischen den die breiten Galerien stützenden Pfeilern mit Doppelvorhängen in reichen Falten geschlossen, die Brüstungen der Galerien und die großen glatten reflektierenden Wandflächen weich bekleidet, und der anschließende südliche Kuppelraum, der damals mit dem Hauptsaale in Verbindung stand, durch zwei Reihen von Doppelvorhängen von dem Hauptraum akustisch getrennt. Nach dem übereinstimmenden Urteile kompetenter Herren war dadurch eine durchaus befriedigende Akustik erzielt worden. Leider sah sich die Verwaltung nicht bewogen, die von mir angewandten Mittel zur dauernden Benutzung bereitzustellen. Seitdem ist in diesem Saale wiederholt und mit beträchtlichem Aufwande akustisch vielerlei mehr oder weniger planlos versucht worden. Schließlich hat man es neuerdings auch mit der Ausspannung von wollenen Garnfäden versucht, angeblich mit gutem Erfolge. Um über deren Wirkung ein zuverlässiges Urteil zu erhalten, habe ich 75^{cm} über dem Fußboden meines Versuchsraumes über die ganze Länge (15^{m}) und $2{,}54^{m}$ Breite 160 parallele Fäden ausgespannt und die Nachhalldauer bei geschlossenem und bei offenem Tore gemessen. Für die Zusammenwirkung der Fäden und des Fußbodens ergab sich die Dämpfung 0,077. Hiernach können also dicht gespannte wollene Fäden (aus starkem wollenen Strickgarn) nicht zu den guten Dämpfern gerechnet werden.

Statische Untersuchung von Silowänden.

Von Dipl.-Ing. H. Marcus (Düsseldorf).

Teil II. Das zweireihige Zellensystem.*)

Das zweireihige Zellensystem (Abb. 1) besteht aus drei parallelen Längswänden, welche miteinander durch parallele durchgehende Querwände verbunden werden; letztere teilen das Trägergebilde in Zellen $AA'BB'$ und Doppelzellen $ABA''B''$ (Abb. 2).

l_m: die Länge der m^{ten} Doppelzelle,
b^o: die Breite der obern Zellen,
b^u: die Breite der untern Zellen,
I_m: das mittlere Trägheitsmoment der m^{ten} Längswände,
I_m^{ov}: das mittlere Trägheitsmoment der m^{ten} obern Querwand,

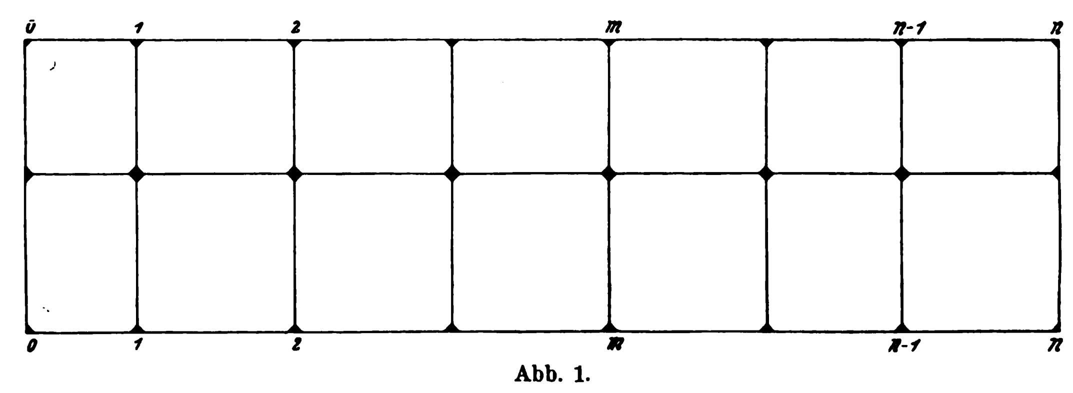
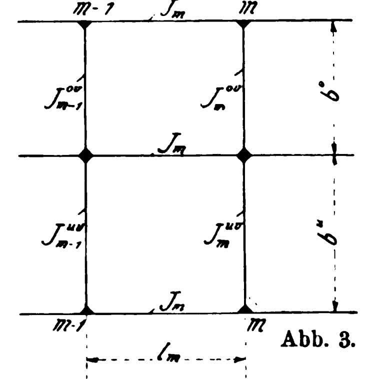


Abb. 1.

Abb. 2.

Wir setzen voraus, daß in der wagerechten Ebene keine äußere Stützung der Wände vorhanden ist, und fassen jeden wagerechten Schnitt durch das gesamte Zellensystem als ein für sich unabhängiges Trägergebilde auf; die Gleichgewichtsbedingungen seien hierbei in der Weise erfüllt, daß in jeder Zelle M gegenüberstehende Wände an jeder Stelle gleiche, aber entgegengerichtete Drücke d_m und d'_m bzw. p_m und p'_m erfahren.

Wir geben den Knotenpunkten von links nach rechts die Ordnungsziffer 0, 1, 2,..., m,..., $n-1$, n und bezeichnen (Abb. 3) mit


Abb. 3.

I_m^{uv}: das mittlere Trägheitsmoment der m^{ten} untern Querwand.

Unmittelbar vor dem Anschluß der Querwände an die mittlere Längswand führen wir (Abb. 4) zwei wagerechte Schnitte durch, und ersetzen die Spannkräfte an den Schnittstellen durch je drei Kraftgrößen C, H, S, bzw. C', H' und S'. Wenn n-Doppelzellen vorhanden sind, so treten insgesamt $6\,(n+1)$ solcher Kraftgrößen auf; das Trägergebilde ist aber nur $6\,n$-fach statisch unbestimmt, weil die abgeschnittenen Teile I und II des Zellensystems, welche die Gestalt von kontinuierlichen Rahmenträgern annehmen, jetzt für sich im Gleichgewicht sein müssen, d. h. die Werte C, H, S bzw. C', H', S', welche gewissermaßen den Stützendruck dieser Rahmen-

*) Das einreihige Zellensystem ist im Teil I dieser Arbeit behandelt worden. Vgl. Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen, 1911, Heft 1.

träger darstellen, haben mit den zugehörigen Belastungen d_m, d'_m bzw. p_m, p'_m den Gleichgewichtsbedingungen zu genügen, und wenn letztere durch je drei Gleichungen ausgedrückt werden, so sind noch zur Ermittlung aller Spannkräfte nur $6\,n$-Elastizitätsgleichungen erforderlich.

bwz. $(A_r - A'_r)$, $(B_r - B'_r)$, M_0^m bezeichnet. (Vgl. Abb. 5a und 5b.)

Wir bilden weiter für die äußern Längswände (Abb. 6) zwei stellvertretende durchlaufende Balken, deren Stützpunkte mit den Knotenpunkten zusammenfallen, und welche

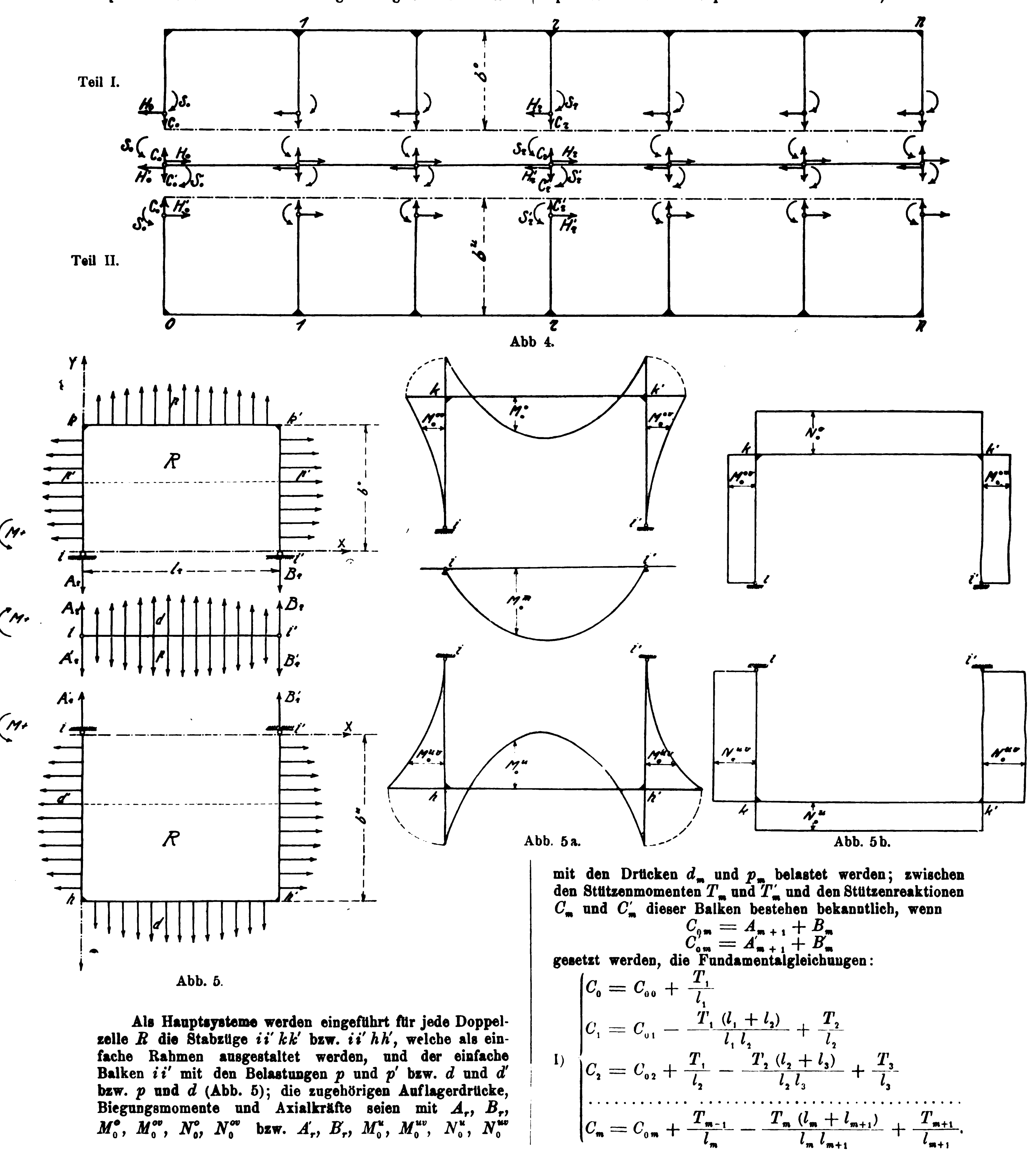


Abb 4.

Abb. 5.

Abb. 5a.

Abb. 5b.

Als Hauptsysteme werden eingeführt für jede Doppelzelle R die Stabzüge $i\,i'\,k\,k'$ bzw. $i\,i'\,h\,h'$, welche als einfache Rahmen ausgestaltet werden, und der einfache Balken $i\,i'$ mit den Belastungen p und p' bzw. d und d' bzw. p und d (Abb. 5); die zugehörigen Auflagerdrücke, Biegungsmomente und Axialkräfte seien mit A_r, B_r, M_0^o, M_0^{ov}, N_0^o, N_0^{ov} bzw. A'_r, B'_r, M_0^u, M_0^{uv}, N_0^u, N_0^{uv}

mit den Drücken d_m und p_m belastet werden; zwischen den Stützenmomenten T_m und T'_m und den Stützenreaktionen C_m und C'_m dieser Balken bestehen bekanntlich, wenn

$$C_{0m} = A_{m+1} + B_m$$
$$C'_{0m} = A'_{m+1} + B'_m$$

gesetzt werden, die Fundamentalgleichungen:

$$\text{I)}\quad \begin{cases} C_0 = C_{00} + \dfrac{T_1}{l_1} \\ C_1 = C_{01} - \dfrac{T_1\,(l_1 + l_2)}{l_1\,l_2} + \dfrac{T_2}{l_2} \\ C_2 = C_{02} + \dfrac{T_1}{l_2} - \dfrac{T_2\,(l_2 + l_3)}{l_2\,l_3} + \dfrac{T_3}{l_3} \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ C_m = C_{0m} + \dfrac{T_{m-1}}{l_m} - \dfrac{T_m\,(l_m + l_{m+1})}{l_m\,l_{m+1}} + \dfrac{T_{m+1}}{l_{m+1}}. \end{cases}$$

$$
\text{Ia)}\left\{\begin{aligned}
C'_0 &= C'_{00} + \frac{T'_1}{l_1}\\
C'_1 &= C'_{01} - \frac{T'_1\,(l_1 + l_2)}{l_1\, l_2} + \frac{T'_2}{l_2}\\
C'_2 &= C'_{02} + \frac{T'_1}{l_2} - \frac{T'_2\,(l_2 + l_3)}{l_2\, l_3} + \frac{T'_3}{l_3}\\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\\
C'_m &= C'_{0m} + \frac{T'_{m-1}}{l_m} - \frac{T'_m\,(l_m + l_{m+1})}{l_m\, l_{m+1}} + \frac{T'_{m+1}}{l_{m+1}}
\end{aligned}\right.
$$

Die übrigen Kraftgrößen H, S, H' und S' werden durch folgende Gleichungssysteme miteinander verknüpft:

b) untere r^{te} Längswand (Abb. 8),

$$
\text{1b)}\left\{\begin{aligned}
M^u &= M^u_0 - T'_{r-1} - \frac{T'_r - T'_{r-1}}{l_r}\cdot x - \alpha'_r\, b^u + \beta'_r\\
N^u &= N^u_0 - \alpha'_r;
\end{aligned}\right.
$$

c) mittlere r^{te} Längswand (Abb. 9),

$$
\text{1c)}\left\{\begin{aligned}
M^m &= M^m_0 + (T_{r-1} - T'_{r-1}) + \frac{x}{l_r}\,[(T_r - T'_r) -\\
&\quad - (T_{r-1} - T'_{r-1})] - (\beta_r - \beta'_r)\\
N_m &= \alpha'_r - \alpha_r;
\end{aligned}\right.
$$

d) obere r^{te} Querwand (Abb. 7a),

$$
\text{1d)}\left\{\begin{aligned}
M^{ov} &= M^{ov}_0 - (\alpha_{r+1} - \alpha_r)\, y - (\beta_{r+1} - \beta_r)\\
N^{ov} &= C_r;
\end{aligned}\right.
$$

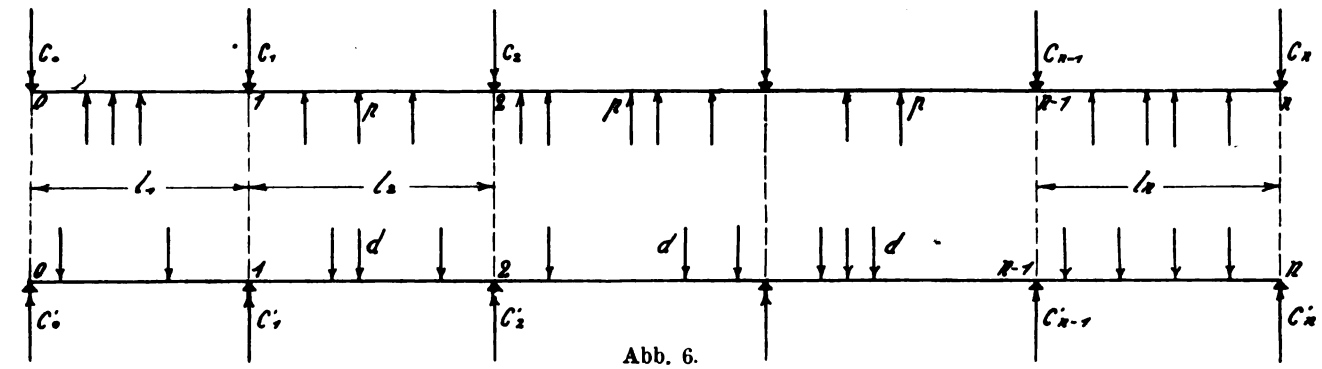


Abb. 6.

$$
\text{II)}\left\{\begin{aligned}
H_0 &= \alpha_1\\
H_1 &= \alpha_2 - \alpha_1\\
H_2 &= \alpha_3 - \alpha_2\\
&\cdots\cdots\\
H_m &= \alpha_{m+1} - \alpha_m
\end{aligned}\right.
\quad\text{oder}\quad
\left\{\begin{aligned}
\alpha_1 &= H_0\\
\alpha_2 &= H_0 + H_1\\
\alpha_3 &= H_0 + H_1 + H_2\\
&\cdots\cdots\cdots\\
\alpha_m &= H_0 + H_1 + H_2 \ldots + H_{m-1}.
\end{aligned}\right.
$$

$$
\text{IIa)}\left\{\begin{aligned}
H'_0 &= \alpha'_1\\
H'_1 &= \alpha'_2 - \alpha'_1\\
H'_2 &= \alpha'_3 - \alpha'_2\\
&\cdots\cdots\\
H'_m &= \alpha'_{m+1} - \alpha'_m
\end{aligned}\right.
\quad\text{oder}\quad
\left\{\begin{aligned}
\alpha'_1 &= H'_0\\
\alpha'_2 &= H'_0 + H'_1\\
\alpha'_3 &= H'_0 + H'_1 + H'_2\\
&\cdots\cdots\cdots\\
\alpha'_m &= H'_0 + H'_1 + H'_2 + \ldots + H'_{m-1}.
\end{aligned}\right.
$$

$$
\text{III)}\left\{\begin{aligned}
S_0 &= \beta_1\\
S_1 &= \beta_2 - \beta_1\\
S_2 &= \beta_3 - \beta_2\\
&\cdots\cdots\\
S_m &= \beta_{m+1} - \beta_m
\end{aligned}\right.
\quad\text{oder}\quad
\left\{\begin{aligned}
\beta_1 &= S_0\\
\beta_2 &= S_0 + S_1\\
\beta_3 &= S_0 + S_1 + S_2\\
&\cdots\cdots\cdots\\
\beta_m &= S_0 + S_1 + S_2 + \ldots + S_{m-1}.
\end{aligned}\right.
$$

$$
\text{IIIa)}\left\{\begin{aligned}
S'_0 &= \beta'_1\\
S'_1 &= \beta'_2 - \beta'_1\\
S'_2 &= \beta'_3 - \beta'_2\\
&\cdots\cdots\\
S'_m &= \beta'_{m+1} - \beta'_m
\end{aligned}\right.
\quad\text{oder}\quad
\left\{\begin{aligned}
\beta'_1 &= S'_0\\
\beta'_2 &= S'_0 + S'_1\\
\beta'_3 &= S'_0 + S'_1 + S'_2\\
&\cdots\cdots\cdots\\
\beta'_m &= S'_0 + S'_1 + S'_2 + \ldots + S'_{m-1}.
\end{aligned}\right.
$$

Mit Hilfe der Werte T, T', α, α', β und β' einerseits und der Werte M_0 und N_0 andrerseits lassen sich für die Biegungsmomente und die Normalkräfte in den Wänden folgende Gleichungen aufstellen:

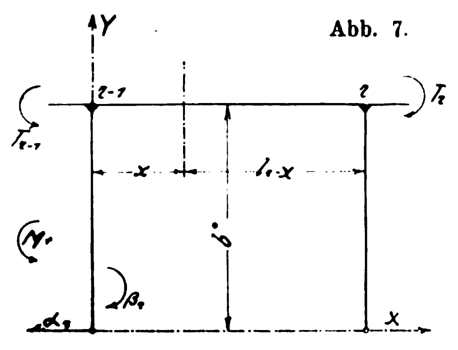


Abb. 7.

a) obere r^{te} Längswand (Abb. 7),

$$
\text{1a)}\left\{\begin{aligned}
M^o &= M^o_0 + T_{r-1} + \frac{T_r - T_{r-1}}{l_r}\cdot x - \alpha_r\cdot b^o - \beta_r\\
N^o &= N^o_0 + \alpha_r;
\end{aligned}\right.
$$

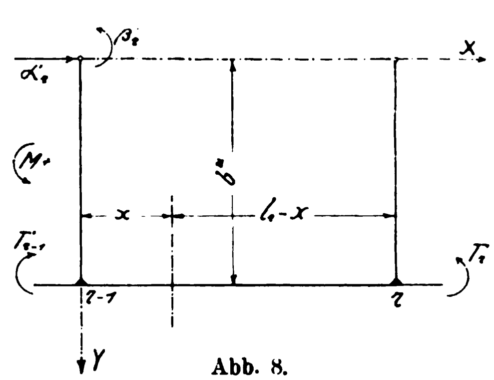


Abb. 8.

e) untere r^{te} Querwand (Abb. 8a),

$$
\text{1e)}\left\{\begin{aligned}
M^{uv} &= M^{uv}_0 - (\alpha'_{r+1} - \alpha'_r)\, y + (\beta'_{r+1} - \beta'_r)\\
N^{uv} &= C'_r.
\end{aligned}\right.
$$

Abb. 7a. Abb. 8a.

Durch Einführung der Ausdrücke:

$$
\text{IV)}\left\{\begin{aligned}
X_r &= T_r - \beta_r - \frac{\alpha_r}{2}\cdot b^o\\
X'_r &= T'_r - \beta'_r + \frac{\alpha'_r}{2}\cdot b^u\\
Y_r &= T_r - \beta_{r+1} - \frac{\alpha_{r+1}}{2}\cdot b^o\\
Y'_r &= T'_r - \beta'_{r+1} + \frac{\alpha'_{r+1}}{2}\cdot b^u
\end{aligned}\right.
$$

und bei Beachtung der Beziehungen:

$$\text{V)}\begin{cases}\beta_{r+1}-\beta_r=X_r-Y_r-\frac{b^o}{2}(\alpha_{r+1}-\alpha_r)\\ \beta'_{r+1}-\beta'_r=X'_r-Y'_r+\frac{b^u}{2}(\alpha'_{r+1}-\alpha'_r)\end{cases}$$

gehen die Momentengleichungen 1) über in

$$\text{2a)}\quad M^o=M_0^o+Y_{r-1}+\frac{X_r-Y_{r-1}}{l_r}\cdot x-\frac{\alpha_r}{2}\cdot b^o$$

$$\text{2b)}\quad M^u=M_0^u-Y'_{r-1}-\frac{X'_r-Y'_{r-1}}{l_r}\cdot x-\frac{\alpha'_r}{2}\cdot b^u$$

$$\text{2c)}\quad M^m=M_0^m+(Y_{r-1}-Y'_{r-1})+\frac{x}{l_r}[(X_r-X'_r)-(Y_{r-1}-Y'_{r-1})]+\frac{1}{2}(\alpha_r b^o+\alpha'_r\cdot b^u)$$

$$\text{2d)}\quad M^{ov}=M_0^{ov}-(X_r-Y_r)+(\alpha_{r+1}-\alpha_r)\left(\frac{b^o}{2}-y\right)$$

$$\text{2e)}\quad M^{uv}=M_0^{uv}+(X'_r-Y'_r)+(\alpha'_{r+1}-\alpha'_r)\left(\frac{b^u}{2}-y\right).$$

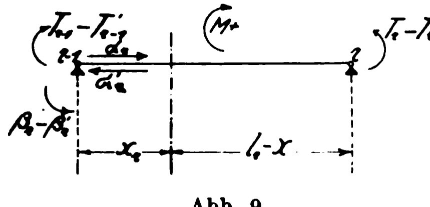


Abb. 9.

Die Werte X, X', Y', Y, α und α' werden als statisch unbestimmte Größen gewählt. Die Elastizitätsgleichungen, welche zu ihrer Ermittlung aufgestellt werden sollen, lauten nach dem Castiglianoschen Satze:

$$\text{VI)}\begin{cases}\frac{\partial A_i}{\partial X}=0\\ \frac{\partial A_i}{\partial X'}=0\\ \frac{\partial A_i}{\partial Y}=0\\ \frac{\partial A_i}{\partial Y'}=0\\ \frac{\partial A_i}{\partial \alpha}=0\\ \frac{\partial A_i}{\partial \alpha'}=0,\end{cases}$$

wobei die Arbeit A_i der innern Spannkräfte, unter Zugrundelegung der Müller-Breslauschen Bezeichnungen, in der Form

$$A_i=\int\frac{M^2}{2}\frac{dx}{EI}+\int\frac{N^2\,dx}{2EF}+\int\varepsilon t_0\cdot N\,dx+\int\frac{\varepsilon\Delta t}{h_0}M\,dx$$

dargestellt wird.

Wir werden den Einfluß der Zellenbelastung und den Einfluß der Temperatur getrennt untersuchen.

§ 1.

Einfluß der Belastung.

Unsre Elastizitätsgleichungen lauten, wenn wir für alle Trägerteile den gleichen konstanten Elastizitätsmodul E annehmen, die geringe Formänderungsarbeit der Axialkräfte gegen die weit beträchtlichere Formänderungsarbeit der Biegungsmomente vernachlässigen*), und unter I_c ein beliebiges Trägheitsmoment verstehen:

$$\text{VI a)}\quad EI_c\cdot\frac{\partial A_i}{\partial X_r}=\int M\cdot\frac{I_c}{I}\cdot\frac{\partial M}{\partial X_r}\cdot dx=0$$

$$\text{VI b)}\quad EI_c\cdot\frac{\partial A_i}{\partial X'_r}=\int M\cdot\frac{I_c}{I}\cdot\frac{\partial M}{\partial X'_r}\cdot dx=0$$

$$\text{VI c)}\quad EI_c\cdot\frac{\partial A_i}{\partial Y_r}=\int M\cdot\frac{I_c}{I}\cdot\frac{\partial M}{\partial Y_r}\cdot dx=0$$

$$\text{VI d)}\quad EI_c\cdot\frac{\partial A_i}{\partial Y'_r}=\int M\cdot\frac{I_c}{I}\cdot\frac{\partial M}{\partial Y'_r}\cdot dx=0$$

$$\text{VI e)}\quad EI_c\cdot\frac{\partial A_i}{\partial \alpha_r}=\int M\cdot\frac{I_c}{I}\cdot\frac{\partial M}{\partial \alpha_r}\cdot dx=0$$

$$\text{VI f)}\quad EI_c\cdot\frac{\partial A_i}{\partial \alpha'_r}=\int M\cdot\frac{I_c}{I}\cdot\frac{\partial M}{\partial \alpha'_r}\cdot dx=0.$$

Wir führen folgende Bezeichnungen ein:

$$l_r\cdot\frac{I_c}{I_r}=l'_r;\quad b^o\cdot\frac{I_c}{I_r^{ov}}=b'_r;\quad b^u\cdot\frac{I_c}{I_r^{uv}}=b''_r.$$

$$\int_0^{l_r}M_0^o\,dx=\mathfrak{F}_r^o;\quad\int_0^{l_r}M_0^m\,dx=\mathfrak{F}_r^m;\quad\int_0^{l_r}M_0^u\,dx=\mathfrak{F}_r^u;$$

$$\int_0^{b^o}M_0^{ov}\,dy=\mathfrak{F}_r^{ov};\quad\int_0^{b^u}M_0^{uv}\,dy=\mathfrak{F}_r^{uv}.$$

$$\int_0^{l_r}M_0^o\,x\,dx=L_r^o;\quad\int_0^{l_r}M_0^m\,x\,dx=L_r^m;\quad\int_0^{l_r}M_0^u\,x\,dx=L_r^u.$$

$$\int_0^{l_r}M_0^o\,(l_r-x)\,dx=R_r^o;\quad\int_0^{l_r}M_0^m\,(l_r-x)\,dx=R_r^m;$$

$$\int_0^{l_r}M_0^u\,(l_r-x)\,dx=R_r^u.$$

$$\int_0^{b^o}M_0^{ov}\left(\frac{b^o}{2}-y\right)dy=\mathfrak{S}_r^o;\quad\int_0^{b^u}M_0^{uv}\left(\frac{b^u}{2}-y\right)dy=\mathfrak{S}_r^u.$$

Die Werte $\mathfrak{F}$ stellen für die r^{ten} Längswände und die r^{te} Querwand die Inhalte der M_0-Flächen, die Werte L, R und $\mathfrak{S}$ die statischen Momente derselben in bezug auf Knotenpunktsmomente und Querwandmitte dar.

Durch Einführung der Werte M aus Gl. 2) in Gl. VIa) erhält man folgende Beiträge:

1) für die r^{te} obere Längswand:

$$\frac{L_r^o}{l_r^2}\cdot l'_r+\frac{l'_r}{6}(Y_{r-1}+2X_r)-\frac{\alpha_r}{4}\cdot b^o\cdot l'_r,$$

2) für die r^{te} mittlere Längswand:

$$\frac{L_r^m}{l_r^2}\cdot l'_r+\frac{l'_r}{6}[(Y_{r-1}-Y'_{r-1})+2(X_r-X'_r)]+\frac{l'_r}{4}(\alpha_r\cdot b^o+\alpha'_r\cdot b_u),$$

3) für die r^{te} obere Querwand:

$$-\mathfrak{F}_r^{ov}\cdot\frac{b'_r}{b^o}+b'_r(X_r-Y_r)$$

oder insgesamt:

$$\text{VII a)}\quad\left\{\frac{l'_r}{l_r^2}(L_r^o+L_r^m)+\frac{l'_r}{6}[2(Y_{r-1}+2X_r)-(Y'_{r-1}+2X'_r)]+\frac{l'_r}{4}\cdot\alpha'_r\cdot b^u-\mathfrak{F}_r^{ov}\cdot\frac{b'_r}{b^o}+b'_r(X_r-Y_r)\right\}=0$$

Analog werden aus VIb), VIc) und VId) folgende Gleichungen abgeleitet:

$$\text{VII b)}\quad\left\{-\frac{l'_r}{l_r^2}(L_r^u+L_r^m)+\frac{l'_r}{6}[2(Y'_{r-1}+2X'_r)-(Y_{r-1}+2X_r)]-\frac{l'_r}{4}\cdot\alpha_r\cdot b^o+\mathfrak{F}_r^{uv}\cdot\frac{b''_r}{b^u}+b''_r(X'_r-Y'_r)\right\}=0$$

*) Diese Vernachlässigung ist bei den üblichen Querschnittsverhältnissen der Wände immer zulässig.

$$\text{VII c)}\quad \left\{\frac{\ell_{r+1}}{l_{r+1}^2}(R_{r+1}^o + R_{r+1}^m) + \frac{\ell_{r+1}}{6}[2(2Y_r + X_{r+1}) - (2Y_r' + X_{r+1}')] + \frac{\ell_{r+1}}{4}\cdot\alpha_{r+1}'\cdot b^u + \mathfrak{F}_r^{ov}\cdot\frac{b_r'}{b^o} - b_r'(X_r - Y_r)\right\} = 0$$

$$\text{VII d)}\quad \left\{-\frac{\ell_{r+1}}{l_{r+1}^2}(R_{r+1}^u + R_{r+1}^m) + \frac{\ell_{r+1}}{6}[2(2Y_r' + X_{r+1}') - (2Y_r + X_{r+1})] - \frac{\ell_{r+1}}{4}\cdot\alpha_{r+1}\cdot b^o - \mathfrak{F}_r^{uv}\cdot\frac{b_r''}{b^u} - b_r''(X_r' - Y_r')\right\} = 0.$$

Die Gl. VII e), welche aus Gl. VI e) entsteht, setzt sich aus folgenden Beiträgen zusammen:

1) für die r^{te} obere Längswand: $\quad -\frac{b^o}{2}\left[\mathfrak{F}_r^o\cdot\frac{\ell_r}{l_r} + \frac{\ell_r}{2}(Y_{r-1} + X_r) - \frac{\alpha_r}{2}\cdot b^o\cdot\ell_r\right]$

2) für die r^{te} mittlere Längswand: $\quad +\frac{b^o}{2}\left\{\frac{\ell_r}{l_r}(\mathfrak{F}_r^o + \mathfrak{F}_r^m) + \frac{\ell_r}{2}[(Y_{r-1} - Y_{r-1}') + (X_r - X_r')] + \frac{\ell_r}{2}(\alpha_r\cdot b^o + \alpha_r'\cdot b^u)\right\}$

3) für die $(r-1)^{te}$ obere Querwand: $\quad \mathfrak{S}_{r-1}^o\cdot\frac{b_{r-1}'}{b^o} + \frac{b_{r-1}'\cdot b^{o2}}{12}(\alpha_r - \alpha_{r-1})$

4) für die r^{te} obere Querwand: $\quad -\mathfrak{S}_r^o\cdot\frac{b_r'}{b^o} + \frac{b_r'\cdot b^{o2}}{12}(\alpha_r - \alpha_{r+1})$

also insgesamt:

$$\text{VII e)}\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{1}{b^o}(\mathfrak{S}_{r-1}^o\cdot b_{r-1}' - \mathfrak{S}_r^o\cdot b_r') + \frac{b^o}{2}\cdot\frac{\ell_r}{l_r}(\mathfrak{F}_r^m - \mathfrak{F}_r^o) - \frac{b^o\cdot\ell_r}{4}[(Y_{r-1}' + X_r') - \alpha_r'\cdot b^u] - \\ &\qquad - \frac{b^{o2}}{12}[\alpha_{r-1}\cdot b_{r-1}' - \alpha_r(6\ell_r + b_{r-1}' + b_r') + \alpha_{r+1}\cdot b_r'] \end{aligned}\right\} = 0$$

Analog liefert Gl. VI f):

$$\text{VII f)}\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{1}{b^u}(\mathfrak{S}_{r-1}^u\cdot b_{r-1}'' - \mathfrak{S}_r^u\cdot b_r'') + \frac{b^u}{2}\cdot\frac{\ell_r}{l_r}(\mathfrak{F}_r^m - \mathfrak{F}_r^u) + \frac{b^u\cdot\ell_r}{4}[(Y_{r-1} + X_r) + \alpha_r\cdot b^o] - \\ &\qquad - \frac{b^{u2}}{12}[\alpha_{r-1}'\cdot b_{r-1}'' - \alpha_r'(6\ell_r + b_{r-1}'' + b_r'') + \alpha_{r+1}'\cdot b_r''] \end{aligned}\right\} = 0$$

Aus den beiden letztern Gleichungen ergibt sich auch:

$$\text{VIII a)}\quad \ell_r(Y_{r-1}' + X_r') = \left\{\begin{aligned} &\frac{2\ell_r}{l_r}(\mathfrak{F}_r^m - \mathfrak{F}_r^o) + \frac{4}{b^{o2}}(\mathfrak{S}_{r-1}^o\cdot b_{r-1}' - \mathfrak{S}_r^o\cdot b_r') + \ell_r\cdot\alpha_r'\cdot b^u - \\ &\qquad - \frac{b^o}{3}[\alpha_{r-1}\cdot b_{r-1}' - \alpha_r(6\ell_r + b_{r-1}' + b_r') + \alpha_{r+1}\cdot b_r'] \end{aligned}\right\}$$

$$\text{VIII b)}\quad \ell_r(Y_{r-1} + X_r) = \left\{\begin{aligned} &-\frac{2\ell_r}{l_r}(\mathfrak{F}_r^m - \mathfrak{F}_r^u) - \frac{4}{b^{u2}}(\mathfrak{S}_{r-1}^u\cdot b_{r-1}'' - \mathfrak{S}_r^u\cdot b_r'') - \ell_r\cdot\alpha_r\cdot b^o + \\ &\qquad + \frac{b^u}{3}[\alpha_{r-1}'\cdot b_{r-1}'' - \alpha_r'(6\ell_r + b_{r-1}'' + b_r'') + \alpha_{r+1}'\cdot b_r''] \end{aligned}\right\}$$

Bei der weitern Untersuchung werden, wird von der einfachen und praktisch zulässigen Annahme, daß $I_r^{ov} : I_r^{uv} = b^o : b^u$, Gebrauch machen, wodurch die Berechnung bedeutend erleichtert wird.

Wir setzen also $b_r' = b_r'' = c$ und führen folgende Hilfsgrößen ein:

$$\text{A.}\quad \left\{\begin{aligned} \alpha_r'\cdot b^u + \alpha_r\cdot b^o &= W_r \\ \alpha_r'\cdot b^u - \alpha_r\cdot b^o &= W_r' \\ Y_r + Y_r' &= V_r \\ Y_r - Y_r' &= V_r' \\ X_r + X_r' &= U_r \\ X_r - X_r' &= U_r' \end{aligned}\right.$$

Aus der sukzessiven Addition und Subtraktion der Gleichungen VII a) und VII b), VII c) und VII d), VIII a) und VIII b) erhält man, wenn

$$\text{B.}\quad \left\{\begin{aligned} &6\left[\frac{L_r^u - L_r^o}{l_r^2}\cdot\ell_r + \mathfrak{F}_r^{ov}\cdot\frac{b_r'}{b^o} - \mathfrak{F}_r^{uv}\cdot\frac{b_r''}{b^u}\right] = K_r' \\ &6\left[\frac{R_{r+1}^u - R_{r+1}^o}{l_{r+1}^2}\cdot\ell_{r+1} - \mathfrak{F}_r^{ov}\cdot\frac{b_r'}{b^o} + \mathfrak{F}_r^{uv}\cdot\frac{b_r''}{b^u}\right] = K_{r+1}'' \end{aligned}\right\} K_r = K_r' + K_{r+1}''$$

$$\left.\begin{aligned} &2\left[\mathfrak{F}_r^{ov}\cdot\frac{b_r'}{b^o} + \mathfrak{F}_r^{uv}\cdot\frac{b_r''}{b^u} - \frac{\ell_r}{l_r^2}(L_r^o + 2L_r^m + L_r^u)\right] = O_r' \\ -&2\left[\mathfrak{F}_r^{ov}\cdot\frac{b_r'}{b^o} + \mathfrak{F}_r^{uv}\cdot\frac{b_r''}{b^u} + \frac{\ell_{r+1}}{l_{r+1}^2}(R_{r+1}^o + 2R_{r+1}^m + R_{r+1}^u)\right] = O_{r+1}'' \end{aligned}\right\} O_r = O_r' + O_{r+1}''$$

$$4c\left[\left(\frac{\mathfrak{S}_{r-1}^o}{b^{o2}} - \frac{\mathfrak{S}_{r-1}^u}{b^{u2}}\right) - \left(\frac{\mathfrak{S}_r^o}{b^{o2}} - \frac{\mathfrak{S}_r^u}{b^{u2}}\right)\right] + \frac{2\ell_r}{l_r}(\mathfrak{F}_r^u - \mathfrak{F}_r^o) = D_r'$$

$$4c\left[\left(\frac{\mathfrak{S}_{r-1}^o}{b^{o2}} + \frac{\mathfrak{S}_{r-1}^u}{b^{u2}}\right) - \left(\frac{\mathfrak{S}_r^o}{b^{o2}} + \frac{\mathfrak{S}_r^u}{b^{u2}}\right)\right] + \frac{2\ell_r}{l_r}(2\mathfrak{F}_r^m - \mathfrak{F}_r^o - \mathfrak{F}_r^u) = D_r.$$

gesetzt werden,

$$\begin{array}{ll}
\text{IX a)} & 6\,c\,(U_r - V_r) = K'_r - l_r\,(V_{r-1} + 2\,U_r) - \frac{3}{2}\cdot l_r\cdot W'_r \\
\text{IX b)} & 6\,c\,(U_r - V_r) = -\,K''_{r+1} + l_{r+1}\,(2\,V_r + U_{r+1}) + \frac{3}{2}\cdot l_{r+1}\cdot W'_{r+1} \\
\text{IX c)} & 2\,c\,(U'_r - V'_r) = O'_r - l_r\,(V'_{r-1} + 2\,U'_r) - \frac{1}{2}\cdot l_r\cdot W_r \\
\text{IX d)} & 2\,c\,(U'_r - V'_r) = -\,O''_{r+1} + l_{r+1}\,(2\,V'_r + U'_{r+1}) + \frac{1}{2}\cdot l_{r+1}\cdot W_{r+1} \\
\text{IX e)} & l_r\,(V_{r-1} + U_r) = D'_r + \frac{c}{3}\,(W'_{r-1} + W'_{r+1}) - W'_r\left(l_r + \frac{2}{3}\,c\right) \\
\text{IX f)} & l_r\,(V'_{r-1} + U'_r) = -\,D_r + \frac{c}{3}\,(W_{r-1} + W_{r+1}) - W_r\left(3\,l_r + \frac{2}{3}\,c\right)
\end{array}$$

In die aus den Gleichungen IX a) und IX b) bzw. IX c) und IX d) abgeleitete Gleichungen:

$$\begin{cases}
l_r\cdot U_r + l_{r+1}\cdot V_r = K_r - l_r\,(V_{r-1} + U_r) - l_{r+1}\,(V_r + U_{r+1}) - \frac{3}{2}\,(l_r\,W'_r + l_{r+1}\cdot W'_{r+1}) \\
l_r\cdot U'_r + l_{r+1}\cdot V'_r = O_r - l_r\,(V'_{r-1} + U'_r) - l_{r+1}\,(V'_r + U'_{r+1}) - \frac{1}{2}\,(l_r\cdot W_r + l_{r+1}\cdot W_{r+1})
\end{cases}$$

führen wir für die Klammerausdrücke die Werte aus den Gleichungen IX e) und IX f) ein, wodurch sich ergibt:

$$\begin{array}{ll}
\text{X a)} & l_r\cdot U_r + l_{r+1}\cdot V_r = \begin{cases} K_r - (D'_r + D'_{r+1}) \\ -\frac{c}{3}\,(W'_{r-1} + W'_{r+2}) + W'_r\left(\frac{c}{3} - \frac{l_r}{2}\right) + W'_{r+1}\left(\frac{c}{3} - \frac{l_{r+1}}{2}\right) \end{cases} \\
\text{X b)} & l_r\cdot U'_r + l_{r+1}\cdot V'_r = \begin{cases} O_r + (D_r + D_{r+1}) \\ -\frac{c}{3}\,(W_{r-1} + W_{r+2}) + W_r\left(\frac{c}{3} + \frac{5}{2}\,l_r\right) + W_{r+1}\left(\frac{c}{3} + \frac{5}{2}\cdot l_{r+1}\right) \end{cases}
\end{array}$$

In ähnlicher Weise liefern die Gleichungen IX b) und IX d), wenn sie in folgender Form

$$\begin{array}{ll}
\text{XI a)} & 6\,c\,U_r - V_r\,(6\,c + l_{r+1}) = -\,K''_{r+1} + l_{r+1}\,(V_r + U_{r+1}) + \frac{3}{2}\cdot l_{r+1}\cdot W'_{r+1} \\
\text{XI b)} & 2\,c\,U'_r - V'_r\,(2\,c + l_{r+1}) = -\,O''_{r+1} + l_{r+1}\,(V'_r + U'_{r+1}) + \frac{1}{2}\,l_{r+1}\cdot W_{r+1}
\end{array}$$

geschrieben werden, und wenn zur Abkürzung $6\,c + l_r = s_r$, $2\,c + l_r = k_r$, gesetzt wird:

$$\begin{array}{ll}
\text{XII a)} & 6\,c\cdot U_r - V_r\cdot s_{r+1} = -\,K''_{r+1} + D'_{r+1} + \frac{c}{3}\,(W'_r + W'_{r+2}) + W'_{r+1}\left(\frac{l_{r+1}}{2} - \frac{2}{3}\,c\right) \\
\text{XII b)} & 2\,c\cdot U'_r - V'_r\cdot k_{r+1} = -\,O''_{r+1} - D_{r+1} + \frac{c}{3}\,(W_r + W_{r+2}) - W_{r+1}\left(\frac{5}{2}\cdot l_{r+1} + \frac{2}{3}\,c\right)
\end{array}$$

Aus der Gegenüberstellung der Gleichungen X a) und XII a), X b) und XII b), erhält man, wenn noch folgende Ausdrücke

$$\text{C.}\quad\begin{cases}
\Delta'_r = 6\,c\,(l_r + l_{r+1}) + l_r\cdot l_{r+1} \\
\Delta_r = 2\,c\,(l_r + l_{r+1}) + l_r\cdot l_{r+1} \\
e_r = l_r - s_r\left(\frac{3}{2}\cdot\frac{l_{r-1}}{c} - 1\right) \\
e'_r = l_r - s_r\left(\frac{3}{2}\cdot\frac{l_{r+1}}{c} - 1\right) \\
\lambda_r = l_r + 6\,c\left(\frac{3}{2}\cdot\frac{l_r}{c} - 1\right) \\
f_r = l_r + k_r\left(\frac{15}{2}\cdot\frac{l_{r-1}}{c} + 1\right) \\
f'_r = l_r + k_r\left(\frac{15}{2}\cdot\frac{l_{r+1}}{c} + 1\right) \\
\rho_r = l_r - 2\,c\left(\frac{15}{2}\cdot\frac{l_r}{c} + 1\right)
\end{cases}$$

eingeführt werden:

$$\begin{array}{ll}
\text{XIII a)} & U_r\cdot\Delta'_r = \begin{cases} K'_r\cdot s_{r+1} + K''_{r+1}\cdot 6\,c - (D'_r\cdot s_{r+1} + D'_{r+1}\cdot 6\,c) \\ -\frac{1}{3}\cdot c\,(W'_{r-1}\cdot s_{r+1} - W'_r\cdot e_{r+1} + W'_{r+1}\cdot\lambda_{r+1} + W'_{r+2}\cdot 6\,c) \end{cases} \\
\text{XIII b)} & V_r\cdot\Delta'_r = \begin{cases} K'_r\cdot 6\,c + K''_{r+1}\cdot s_r - (D'_r\cdot 6\,c + D'_{r+1}\cdot s_r) \\ -\frac{1}{3}\cdot c\,(W'_{r-1}\cdot 6\,c + W'_r\cdot\lambda_r - W'_{r+1}\cdot e'_r + W'_{r+2}\cdot s_r) \end{cases} \\
\text{XIII c)} & U'_r\cdot\Delta_r = \begin{cases} O'_r\cdot k_{r+1} + O''_{r+1}\cdot 2\,c + (D_r\cdot k_{r+1} + D_{r+1}\cdot 2\,c) \\ -\frac{1}{3}\cdot c\,(W_{r-1}\cdot k_{r+1} - W_r\cdot f_{r+1} + W_{r+1}\cdot\rho_{r+1} + W_{r+2}\cdot 2\,c) \end{cases} \\
\text{XIII d)} & V'_r\cdot\Delta_r = \begin{cases} O'_r\cdot 2\,c + O''_{r+1}\cdot k_r + (D_r\cdot 2\,c + D_{r+1}\cdot k_r) \\ -\frac{1}{3}\cdot c\,(W_{r-1}\cdot 2\,c + W_r\cdot\rho_r - W_{r+1}\cdot f'_r + W_{r+2}\cdot k_r) \end{cases}
\end{array}$$

Mit Hilfe dieser Gleichungen ist es möglich, wenn die W_r- und W'_r-Gruppen bestimmt worden sind, die zugehörigen Gruppen U', V', bzw. U, V zu berechnen. Die Ermittlung der Werte W_r und W'_r ist nun das Endziel unsrer Untersuchung. Durch Einführung der Ausdrücke der Gl. XIII) in die Gl. IX e) und IX f) ergeben sich die beiden folgenden Hauptgleichungen:

XIV a)
$$\left\{\begin{array}{l} -\,W'_{r-2}\cdot\dfrac{6c}{\Delta'_{r-1}} \\ -\,W'_{r-1}\cdot\left(\dfrac{\lambda_{r-1}}{\Delta'_{r-1}}+\dfrac{1}{l'_r}+\dfrac{s_{r+1}}{\Delta'_r}\right) \\ +\,W'_r\cdot\left(\dfrac{3}{c}+\dfrac{2}{l'_r}+\dfrac{e'_{r-1}}{\Delta'_{r-1}}+\dfrac{e_{r+1}}{\Delta'_r}\right) \\ -\,W'_{r+1}\cdot\left(\dfrac{s_{r-1}}{\Delta'_{r-1}}+\dfrac{1}{l'_r}+\dfrac{\lambda_{r+1}}{\Delta'_r}\right) \\ -\,W'_{r+2}\cdot\dfrac{6c}{\Delta'_r} \end{array}\right\} = \frac{3}{c}\left\{\begin{array}{l} D'_{r-1}\cdot\dfrac{6c}{\Delta'_{r-1}}+D'_{r+1}\cdot\dfrac{6c}{\Delta'_r} \\ +\,D'_r\left(\dfrac{s_{r-1}}{\Delta'_{r-1}}+\dfrac{1}{l'_r}+\dfrac{s_{r+1}}{\Delta'_r}\right) \\ -\,6c\left(\dfrac{K'_{r-1}}{\Delta'_{r-1}}+\dfrac{K''_{r+1}}{\Delta'_r}\right) \\ -\left(K''_r\cdot\dfrac{s_{r-1}}{\Delta'_{r-1}}+K'_r\cdot\dfrac{s_{r+1}}{\Delta'_r}\right) \end{array}\right\} = Z'_r$$

XIV b)
$$\left\{\begin{array}{l} -\,W_{r-2}\cdot\dfrac{2c}{\Delta_{r-1}} \\ -\,W_{r-1}\cdot\left(\dfrac{\rho_{r-1}}{\Delta_{r-1}}+\dfrac{1}{l'_r}+\dfrac{k_{r+1}}{\Delta_r}\right) \\ +\,W_r\left(\dfrac{9}{c}+\dfrac{2}{l'_r}+\dfrac{f'_{r-1}}{\Delta_{r-1}}+\dfrac{f_{r+1}}{\Delta_r}\right) \\ -\,W_{r+1}\left(\dfrac{k_{r-1}}{\Delta_{r-1}}+\dfrac{1}{l'_r}+\dfrac{\rho_{r+1}}{\Delta_r}\right) \\ -\,W_{r+2}\cdot\dfrac{2c}{\Delta_r} \end{array}\right\} = -\frac{3}{c}\left\{\begin{array}{l} 2c\left(\dfrac{D_{r-1}}{\Delta_{r-1}}+\dfrac{D_{r+1}}{\Delta_r}\right) \\ +\,D_r\left(\dfrac{k_{r-1}}{\Delta_{r-1}}+\dfrac{1}{l'_r}+\dfrac{k_{r+1}}{\Delta_r}\right) \\ +\,2c\left(\dfrac{O'_{r-1}}{\Delta_{r-1}}+\dfrac{O''_{r+1}}{\Delta_r}\right) \\ +\left(O'_r\cdot\dfrac{k_{r-1}}{\Delta_{r-1}}+O''_r\cdot\dfrac{k_{r+1}}{\Delta_r}\right) \end{array}\right\} = Z_r$$

Die Gleichungen der Anfangs- und Endfelder verdienen besondere Beachtung. Aus den Gleichungen

$$(V_0+U_1)\,l'_1 = D'_1+\frac{c}{3}\cdot W'_2-\left(l'_1+\frac{2}{3}\cdot c\right)W'_1 \quad \text{und}$$

$$-\,6c\,V_0 = -\,K''_1+l'_1\,(2V_0+U_1)+\frac{3}{2}\cdot l'_1\cdot W'_1, \quad \text{ergibt sich}$$

$$V_0 = \frac{1}{6c+l'_1}\left\{K''_1-D'_1-\frac{c}{3}\left[W'_1\left(\frac{3}{2}\cdot\frac{l'_1}{c}-2\right)+W'_2\right]\right\},$$

oder wenn unter $l'_0 = s_0$ eine willkürlich lange Strecke verstanden ist und

$$\Delta'_0 = l'_0\,(6c+l'_1)$$
$$e'_0 = l'_0-s_0\left(\frac{3}{2}\cdot\frac{l'_1}{c}-1\right) = l'_0\left(2-\frac{3}{2}\,\frac{l'_1}{c}\right)$$

gesetzt wird, so kann wieder geschrieben werden:

XV a)
$$V_0\cdot\Delta'_0 = K''_1\cdot s_0-D'_1\cdot s_0-\frac{c}{3}\,(W'_2\cdot s_0-W'_1\cdot e'_0).$$

In ähnlicher Weise erhält man, wenn mit der willkürlich gewählten Strecke $l'_0 = k_0$ die Ausdrücke

$$\Delta_0 = l'_0\,(2c+l'_1)$$
$$f'_0 = l'_0+k_0\left(\frac{15}{2}\cdot\frac{l'_1}{c}+1\right) = l'_0\left(2+\frac{15}{2}\cdot\frac{l'_1}{c}\right)$$

gebildet werden, die Gleichung:

XV b)
$$V'_0\cdot\Delta_0 = O''_1\cdot k_0+D_1\,k_0-\frac{c}{3}\,(W_2\,k_0-W_1\cdot f'_0)$$

analog gelten für die Endfelder die Gleichungen:

XV c)
$$U_n\cdot\Delta'_n = K'_n\cdot s_{n+1}-D'_n\cdot s_{n+1}-\frac{c}{3}\,[W'_{n-1}\cdot s_{n+1}-W'_n\cdot e_{n+1}]$$

XV d)
$$U'_n\cdot\Delta_n = O'_n\cdot k_{n+1}+D_n\cdot k_{n+1}-\frac{c}{3}\,(W_{n-1}\cdot k_{n+1}-W_n\cdot f_{n+1}),$$

wobei wiederum $l'_{n+1} = s_{n+1} = k_{n+1}$ beliebig groß sein kann und die Koeffizienten Δ_n, Δ'_n, l_{n+1} und f_{n+1} den Gleichungen

$$\left\{\begin{array}{l} \Delta'_n = l'_{n+1}\,(6c+l'_n) \\ \Delta_n = l'_{n+1}\,(2c+l'_n) \\ e_{n+1} = l'_{n+1}-s_{n+1}\left(\dfrac{3}{2}\cdot\dfrac{l'_n}{c}-1\right) = l'_{n+1}\left(2-\dfrac{3}{2}\cdot\dfrac{l'_n}{c}\right) \\ f_{n+1} = l'_{n+1}+k_{n+1}\left(\dfrac{15}{2}\cdot\dfrac{l'_n}{c}+1\right) = l'_{n+1}\left(2+\dfrac{15}{2}\cdot\dfrac{l'_n}{c}\right) \end{array}\right.$$ entsprechen.

Unter Beachtung der Gl. XV) erhält man aus den Gl. XIV) für die Anfangs- und Endfelder folgende Beziehungen:

XIV c)
$$\left\{\begin{aligned} & W'_1\left(\frac{3}{c}+\frac{2}{l'_1}+\frac{e'_0}{\Delta'_0}+\frac{e_2}{\Delta'_1}\right)-W'_2\left(\frac{s_0}{\Delta'_0}+\frac{1}{l'_1}+\frac{\lambda_2}{\Delta'_1}\right)-W'_3\cdot\frac{6c}{\Delta'_1}=Z'_1 \\ & =\frac{3}{c}\left[D'_1\left(\frac{s_0}{\Delta'_0}+\frac{1}{l'_1}+\frac{s_2}{\Delta'_1}\right)+D'_2\cdot\frac{6c}{\Delta'_1}-K''_1\cdot\frac{s_0}{\Delta'_0}-K'_1\cdot\frac{s_2}{\Delta'_1}-K''_2\cdot\frac{6c}{\Delta'_1}\right]\end{aligned}\right\}$$

XIV d)
$$\left\{\begin{aligned} & W_1\left(\frac{9}{c}+\frac{2}{l'_1}+\frac{f'_0}{\Delta_0}+\frac{f_2}{\Delta_1}\right)-W_2\left(\frac{k_0}{\Delta_0}+\frac{1}{l'_1}+\frac{\rho_2}{\Delta_1}\right)-W_3\cdot\frac{2c}{\Delta_1}=Z_1 \\ & =-\frac{3}{c}\left[D_1\left(\frac{k_0}{\Delta_0}+\frac{1}{l'_1}+\frac{k_2}{\Delta_1}\right)+D_2\cdot\frac{2c}{\Delta_1}+O''_1\cdot\frac{k_0}{\Delta_0}+O'_1\cdot\frac{k_2}{\Delta_1}+O''_2\cdot\frac{2c}{\Delta_1}\right]\end{aligned}\right\}$$

XIV e)
$$\left\{\begin{aligned} & -W'_{n-2}\cdot\frac{6c}{\Delta'_{n-1}}-W'_{n-1}\left(\frac{\lambda_{n-1}}{\Delta'_{n-1}}+\frac{1}{l'_n}+\frac{s_{n+1}}{\Delta'_n}\right)+W'_n\left(\frac{3}{c}+\frac{2}{l'_n}+\frac{e'_{n-1}}{\Delta'_{n-1}}+\frac{e_{n+1}}{\Delta'_n}\right)=Z'_n \\ & =\frac{3}{c}\left[D'_{n-1}\cdot\frac{6c}{\Delta'_{n-1}}+D'_n\left(\frac{s_{n-1}}{\Delta'_{n-1}}+\frac{1}{l'_n}+\frac{s_{n+1}}{\Delta'_n}\right)-K'_{n-1}\cdot\frac{6c}{\Delta'_{n-1}}-K''_n\cdot\frac{s_{n-1}}{\Delta'_{n-1}}+K'_n\cdot\frac{s_{n+1}}{\Delta'_n}\right]\end{aligned}\right\}$$

XIV f)
$$\left\{\begin{aligned} & -W_{n-2}\cdot\frac{2c}{\Delta_{n-1}}-W_{n-1}\left(\frac{\rho_{n-1}}{\Delta_{n-1}}+\frac{1}{l'_n}+\frac{k_{n+1}}{\Delta_n}\right)+W_n\left(\frac{9}{c}+\frac{2}{l'_n}+\frac{f'_{n-1}}{\Delta_{n-1}}+\frac{f_{n+1}}{\Delta_n}\right)=Z_n \\ & =-\frac{3}{c}\left[D_{n-1}\cdot\frac{2c}{\Delta_{n-1}}+D_n\left(\frac{k_{n-1}}{\Delta_{n-1}}+\frac{1}{l'_n}+\frac{k_{n+1}}{\Delta_n}\right)+O'_{n-1}\cdot\frac{2c}{\Delta_{n-1}}+O''_n\cdot\frac{k_{n-1}}{\Delta_{n-1}}+O'_n\cdot\frac{k_{n+1}}{\Delta_n}\right]\end{aligned}\right\}$$

Diese Gleichungen vereinfachen sich außerordentlich, sobald es sich um Zellen gleicher Länge handelt, deren Wände das gleiche Trägheitsmoment aufweisen. Die typischen Gleichungen lauten dann:

XVI a)
$$\left\{\begin{aligned} & -(W'_{r-2}+W'_{r+2})\,c \\ & -(W'_{r-1}+W'_{r+1})\,(l+c) \\ & +W'_r\cdot 2\,(2l+3c)\end{aligned}\right\}=3\left[\begin{aligned} & (D'_{r-1}+D'_{r+1})+D'_r\left(4+\frac{1}{2}\cdot\frac{l}{c}\right) \\ & -(K'_{r-1}+K''_{r+1})-(K'_r+K''_r)\left(1+\frac{l}{6c}\right)\end{aligned}\right]$$

XVI b)
$$\left\{\begin{aligned} & -(W_{r-2}+W_{r+2})\,c \\ & +(W_{r-1}+W_{r+1})\,(6l-2c) \\ & +W_r\cdot 2\left(6\,\frac{l^2}{c}+18l+3c\right)\end{aligned}\right\}=-3\left[\begin{aligned} & (D_{r-1}+D_{r+1})+D_r\left(4+\frac{3}{2}\cdot\frac{l}{c}\right) \\ & +(O'_{r-1}+O''_{r+1})+(O'_r+O''_r)\left(1+\frac{l}{2c}\right)\end{aligned}\right]$$

Nur die Anfangs- und Endgleichungen zeigen eine andre Gestalt:

XVI c)
$$\left\{\begin{aligned} & W'_1\left[31l+30c+\frac{3}{2}\cdot\frac{l^2}{c}+\frac{l}{c}\,(4c-3l)\cdot\frac{12c+l}{12c+2l}\right] \\ & -W'_2\left[6c+l\left(11+\frac{12c+l}{6c+l}\right)\right] \\ & -W'_3\cdot 6c\end{aligned}\right\}=3\left[\begin{aligned} & D'_1\left[18+\frac{l}{c}\left(2+\frac{12c+l}{6c+l}\right)\right]+6D'_2 \\ & -K''_1\cdot\frac{l}{c}\cdot\frac{12c+l}{6c+l}-K'_1\left(6+\frac{l}{c}\right)-K''_2\cdot 6\end{aligned}\right]$$

XVI d)
$$\left\{\begin{aligned} & W_1\left[55l+10c+\frac{33}{2}\cdot\frac{l^2}{c}+\frac{l}{c}(4c+15l)\,\frac{4c+l}{4c+2l}\right] \\ & +W_2\left[l\left(13-\frac{4c+l}{4c+2l}\right)-2c\right] \\ & -W_3\cdot 2c\end{aligned}\right\}=-3\left[\begin{aligned} & D_1\left[6+\frac{l}{c}\left(2+\frac{4c+l}{2c+l}\right)\right]+2D_2 \\ & +O''_1\cdot\frac{l}{c}\cdot\frac{4c+l}{2c+l}+O'_1\left(2+\frac{l}{c}\right)+O''_2\cdot 2\end{aligned}\right]$$

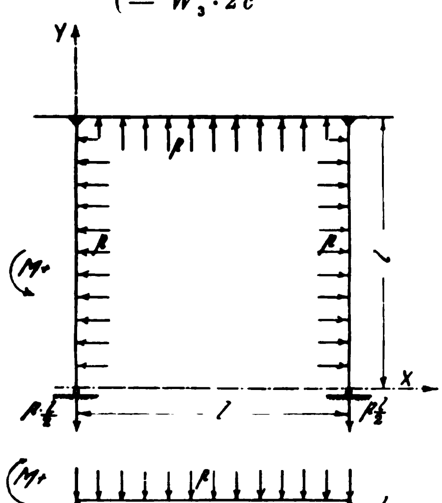


Abb. 10.

Der Aufbau der Gl. XIV) und XVI) erinnert an die fünfgliedrigen Momentengleichungen der durchlaufenden Träger mit elastischen Stützpunkten, und es lassen sich zu ihrer Auflösung analytische und graphische Verfahren aufstellen, welche keine besondere Schwierigkeiten bieten. Es möge daher genügen, auf die diesbezügliche Literatur hinzuweisen*).

Um die Richtigkeit der letzten Gleichungen zu prüfen, betrachten wir den Fall, daß alle Zellen quadratisch sind, und nur die obere r^{te} Zelle allein belastet ist. Wir hatten früher gezeigt**), daß sich dann die Beanspruchungen nur in der belasteten Zelle selbst konzentrieren, während die übrigen Wände spannungslos bleiben. Mit Ausnahme von α_r, X_r, Y_{r-1} verschwinden alle andern statisch unbestimmten Größen. Damit

$$\left.\begin{aligned} H_{r-1} &= -\frac{pl}{2} \\ H_r &= +\frac{pl}{2}\end{aligned}\right\}\text{ werden, so müssen }\quad\begin{aligned}\alpha_r &= -\frac{pl}{2} \\ W'_r &= +\frac{pl^2}{2}\end{aligned}\quad\text{sein.}$$

Andrerseits liefert Gl. XVI a, wenn $W'_{r-2}=W'_{r-1}=W'_{r+1}=W'_{r+2}=0$ gesetzt werden, und der Voraussetzung gemäß $l=c$ genommen wird,

$$W'_r=\frac{3}{10\,l}\left[D'_{r-1}+4{,}5\,D'_r+D'_{r+1}-(K'_{r-1}+K''_{r-1})-\frac{7}{6}\,(K'_r+K''_r)\right].$$

Um die Belastungsglieder der rechten Seite dieser Gleichung zu bestimmen, gehen wir aus den Momenten der stellvertretenden Stabzüge der r^{ten} Zelle (Abb. 10). Die Einzelwerte betragen:

*) Vgl. Müller-Breslau: Statik der Baukonstruktionen, Bd. II, Abb. 2, 22. — Ostenfeld: Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen, 1905.

**) Vgl. Marcus: Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen 1911, Heft 1.

a) für die obere Längswand: $M_0^o = \frac{p}{2}\,x\,(l-x) - \frac{p\,l^2}{2}$

b) für die mittlere Längswand: $M_0^m = \frac{p}{2}\,x\,(l-x)$

c) für die linke Querwand: $M_0^{ov} = -\frac{p\,y^2}{2}$

d) für die rechte Querwand: $M_0^{ov} = +\frac{p\,y^2}{2}$.

Es werden dementsprechend: $\mathfrak{F}_r^0 = -\frac{5\,p\,l^3}{12};\; L_r^0 = R_r^0 = -\frac{5\,p\,l^4}{24}$

$$\mathfrak{F}_r^m = +\frac{p\,l^3}{12};\; L_r^m = R_r^m = +\frac{p\,l^4}{24}$$

$$\mathfrak{F}_r^{ov} = -\mathfrak{F}_{r-1}^{ov} = +\frac{p\,l_3}{6};\; \mathfrak{S}_{r-1}^o = -\mathfrak{S}_r^o = +\frac{p\,l^4}{24}$$

und somit:

$$K'_{r-1} = 6\,\mathfrak{F}_{r-1}^{ov} = -p\,l^3;\; K''_{r+1} = -6\,\mathfrak{F}_r^{ov} = -p\,l^3$$

$$K'_r = 6\left(\mathfrak{F}_r^{ov} - \frac{L_r^o}{l_r}\right) = +\frac{9}{4}\cdot p\,l^3;\; K''_r = -6\left(\mathfrak{F}_{r-1}^{ov} + \frac{R_r^o}{l_r}\right) = +\frac{9}{4}\cdot p\,l^3$$

$$D'_{r-1} = -4\cdot\frac{\mathfrak{S}_{r-1}^o}{l} = -\frac{p\,l^3}{6};\; D'_r = 4\left(\frac{\mathfrak{S}_{r-1}^o - \mathfrak{S}_{0r}}{l}\right) + 2\,\mathfrak{F}_r^0 = +\frac{7}{6}\,p\,l^3;\; D'_{r+1} = \frac{4\,\mathfrak{S}_r^0}{l} = -\frac{p\,l^3}{6}$$

Durch Einführung dieser Werte in die obige Gleichung, ergibt sich:

$$W'_r = \frac{3}{10}\cdot p\,l^2\left[\frac{9}{2}\cdot\frac{7}{6} - \frac{2}{6} + 2 - 2\cdot\frac{7}{6}\cdot\frac{9}{4}\right] = +\frac{1}{2}\,p\,l^2$$

Dies Ergebnis bestätigt die Richtigkeit der Gleichung.

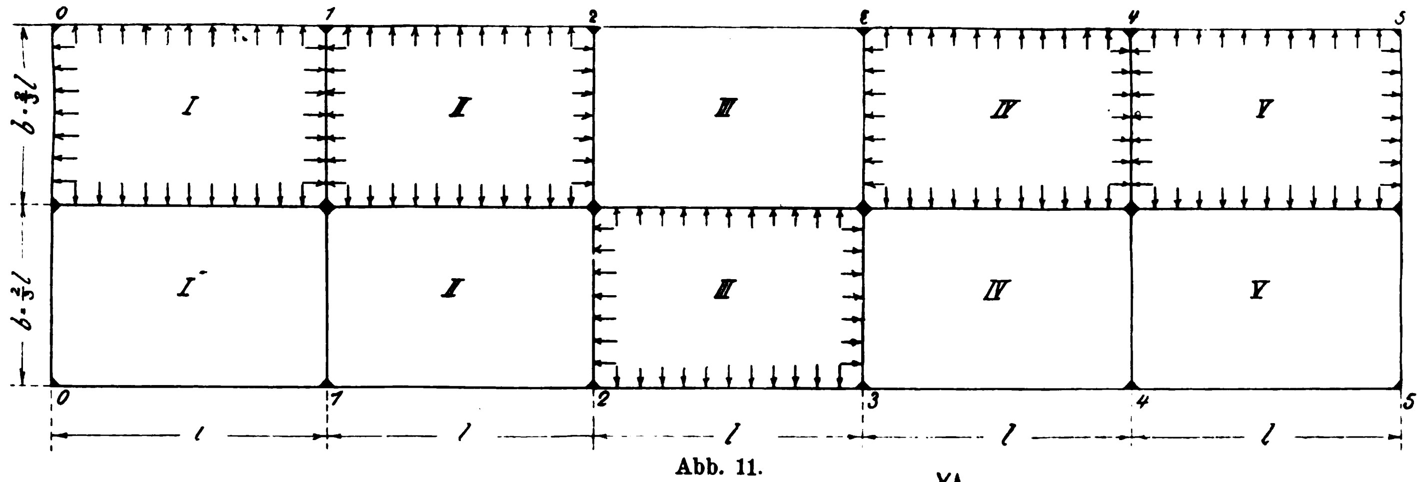


Abb. 11.

Man kann sich leicht überzeugen, daß die Gleichungen XIII die Werte

$$V_{r-1} = Y_{r-1} = +\frac{p\,l^2}{6}$$

$$U_r = X_r = +\frac{p\,l^2}{6}$$

liefern, und daß für alle Knotenpunktsmomente die Gleichung $M = -\frac{p\,l^2}{12}$ gilt, wodurch die frühere*) Erklärung der Formänderung quadratischer Zellen wieder gerechtfertigt wird.

Wir gehen nun dazu über, in einem Zahlenbeispiel die eingehende Durchführung der Untersuchung praktisch zu erläutern.

Beispiel I.

Zweireihiges Zellensystem mit zehn gleichen Zellen (Abb. 11). Der Einfachheit halber, nehmen wir an, daß alle Wände das gleiche Trägheitsmoment I_c haben. Es sei $b^0 = b^u = b = \frac{2}{3}\,l = c$. In Abb. 12 sind die stellvertretenden Stabzüge einer Doppelzelle dargestellt. Sie liefern für die Momente der einzelnen Wände folgende Werte:

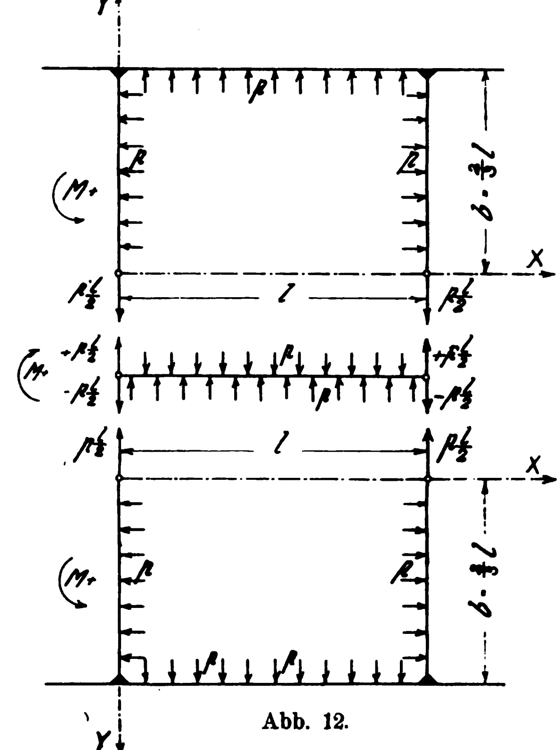


Abb. 12.

*) Vgl. Marcus, Zeitschr. für Architektur und Ingenieurwesen 1911, Heft 1.

Obere Längswand:
$$\begin{cases} M_0^{o} = \frac{p}{2} \cdot x\,(l - x) - \frac{p\,b^2}{2} \\ \mathfrak{J}^{o} = \frac{p\,l^3}{12} - \frac{p\,b^2}{2} \cdot l \\ L^{o} = R^{o} = \frac{p\,l^4}{24} - \frac{p\,b^2}{4} \cdot l^2 \end{cases}$$

Mittlere Längswand:
$$\begin{cases} M_0^{m} = \pm \frac{p}{2} \cdot x\,(l - x) \\ \mathfrak{J}^{m} = \pm \frac{p\,l^3}{12} \\ L^{m} = R^{m} = \pm \frac{p\,l^4}{24} \end{cases}$$
Das obere Vorzeichen gilt bei Füllung der obern, das untere bei Füllung der untern Zelle.

Untere Längswand:
$$\begin{cases} M_0^{u} = \frac{p\,b^2}{2} - \frac{p}{2} \cdot x\,(l - x) \\ \mathfrak{J}^{u} = \frac{p\,b^2\,l}{2} - \frac{p\,l^3}{12} \\ L^{u} = R^{u} = \frac{p\,b^2}{4} \cdot l^2 - \frac{p\,l^4}{24} \end{cases}$$

Obere Querwand:
$$\begin{cases} M_0^{ov} = \mp \frac{p\,y^2}{2} \\ \mathfrak{J}^{ov} = \mp \frac{p\,b^3}{6} \\ \mathfrak{S}^{o} = \pm \frac{p\,b^4}{24} \end{cases}$$

Untere Querwand:
$$\begin{cases} M_0^{uv} = \pm \frac{p\,y^2}{2} \\ \mathfrak{J}^{uv} = \pm \frac{p\,b^3}{6} \\ \mathfrak{S}^{u} = \mp \frac{p\,b^4}{24} \end{cases}$$
Das obere Vorzeichen gilt bei Füllung der rechten, das untere bei Füllung der linken Zelle.

Auf Grund dieser Gleichungen wird für die drei ersten Doppelzellen (die zwei übrigen werden mit Hilfe der Symmetriebedingungen gleichartig gebildet) folgende Zusammenstellung bestimmt:

$$\begin{cases} L_1^{o} = R_1^{o} = \frac{p\,l^4}{24} - \frac{p\,b^2\,l^2}{4} \\ L_2^{o} = R_2^{o} = \frac{p\,l^4}{24} - \frac{p\,b^2\,l^2}{4} \\ L_3^{o} = R_3^{o} = 0 \end{cases} \qquad \begin{aligned} L_1^{m} &= R_1^{m} = + \frac{p\,l^4}{24} \\ L_2^{m} &= R_2^{m} = + \frac{p\,l^4}{24} \\ L_3^{m} &= R_3^{m} = - \frac{p\,l^4}{24} \end{aligned} \qquad \begin{aligned} L_1^{u} &= R_1^{u} = 0 \\ L_2^{u} &= R_2^{u} = 0 \\ L_3^{u} &= R_3^{u} = \frac{p\,b^2\,l^2}{4} - \frac{p\,l^4}{24} \end{aligned}$$

$$\begin{cases} \mathfrak{J}_1^{o} = \frac{p\,l^3}{12} - \frac{p\,b^2\,l}{2} \\ \mathfrak{J}_2^{o} = \frac{p\,l^3}{12} - \frac{p\,b^2\,l}{2} \\ \mathfrak{J}_3^{o} = 0 \end{cases} \qquad \begin{aligned} \mathfrak{J}_1^{m} &= \frac{p\,l^3}{12} \\ \mathfrak{J}_2^{m} &= \frac{p\,l^3}{12} \\ \mathfrak{J}_3^{m} &= - \frac{p\,l^3}{12} \end{aligned} \qquad \begin{aligned} \mathfrak{J}_1^{u} &= 0 \\ \mathfrak{J}_2^{u} &= 0 \\ \mathfrak{J}_3^{u} &= \frac{p\,b^2\,l}{2} - \frac{p\,l^3}{12} \end{aligned}$$

$$\begin{cases} \mathfrak{J}_0^{ov} = - \mathfrak{J}_5^{ov} = \frac{p\,b^3}{6} \\ \mathfrak{J}_1^{ov} = - \mathfrak{J}_4^{ov} = 0 \\ \mathfrak{J}_2^{ov} = - \mathfrak{J}_3^{ov} = + \frac{p\,b^3}{6} \end{cases} \qquad \begin{aligned} \mathfrak{J}_0^{uv} &= - \mathfrak{J}_5^{uv} = 0 \\ \mathfrak{J}_1^{uv} &= - \mathfrak{J}_4^{uv} = 0 \\ \mathfrak{J}_2^{uv} &= - \mathfrak{J}_3^{uv} = + \frac{p\,b^3}{6} \end{aligned}$$

$$\begin{cases} \mathfrak{S}_0^{o} = - \mathfrak{S}_5^{o} = \frac{p\,b^4}{24} \\ \mathfrak{S}_1^{o} = - \mathfrak{S}_4^{o} = 0 \\ \mathfrak{S}_2^{o} = - \mathfrak{S}_3^{o} = - \frac{p\,b^4}{24} \end{cases} \qquad \begin{aligned} \mathfrak{S}_0^{u} &= - \mathfrak{S}_5^{u} = 0 \\ \mathfrak{S}_1^{u} &= - \mathfrak{S}_4^{u} = 0 \\ \mathfrak{S}_2^{u} &= - \mathfrak{S}_3^{u} = - \frac{p\,b^4}{24}. \end{aligned}$$

Wir führen diese Werte in die Gleichungen B, beachten daß $b = c = \frac{2\,l}{3}$ ist und erhalten:

$$\begin{cases} K_1' = K_5'' = \frac{135}{324}\,p\,l^3 \\ K_2' = K_4'' = \frac{135}{324} \;\, " \\ K_3' = K_3'' = \frac{135}{324} \;\, " \\ K_4' = K_2'' = \frac{135}{324} \;\, " \\ K_5' = K_1'' = \frac{231}{324} \;\, " \end{cases} \quad \begin{cases} O_1' = O_5'' = - \frac{9}{324}\,p\,l^3 \\ O_2' = O_4'' = + \frac{55}{324} \;\, " \\ O_3' = O_3'' = - \frac{55}{324} \;\, " \\ O_4' = O_2'' = - \frac{9}{324} \;\, " \\ O_5' = O_1'' = + \frac{23}{324} \;\, " \end{cases} \quad \begin{cases} D_1' = D_5' = \frac{106}{324}\,p\,l^3 \\ D_2' = D_4' = \frac{90}{324} \;\, " \\ D_3' = \frac{90}{324} \;\, " \end{cases} \quad \begin{cases} D_1 = D_5 = + \frac{214}{324}\,p\,l^3 \\ D_2 = D_4 = + \frac{230}{324} \;\, " \\ D_3 = - \frac{262}{324} \;\, " \end{cases}$$

Diese Werte werden in den Gleichungen XVI) eingesetzt, welche, unter Berücksichtigung der Symmetriebedingungen $W'_5 = W'_1$, $W'_4 = W'_2$, $W_5 = W_1$, $W_4 = W_2$, die zwei folgenden Gleichungssysteme liefern:

$$\left\{\begin{aligned} 52{,}8\,W'_1 - 16{,}8\,W'_2 - 4\,W'_3 &= \frac{606}{108}\,pl^2 \\ -\frac{10}{3}W'_1 + \frac{22}{3}W'_2 - \frac{10}{3}W'_3 &= \frac{16}{108}\,pl^2 \\ -\frac{4}{3}W'_1 - \frac{20}{3}W'_2 + 8\,W'_3 &= 0 \end{aligned}\right. \qquad \left\{\begin{aligned} 107{,}24\,W_1 + 10{,}1\,W_2 - 1{,}33\,W_3 &= -\frac{2895}{108}\,pl^2 \\ 7\,W_1 + 86\,W_2 + 7\,W_3 &= -\frac{2109}{108}\,pl^2 \\ -2\,W_1 + 14\,W_2 + 87\,W_3 &= +\frac{1890}{108}\,pl^2 \end{aligned}\right.$$

Hieraus ergibt sich: $W'_1 = \frac{19{,}34}{108}\,pl^2$; $W'_2 = \frac{20{,}04}{108}\,pl^2$; $W'_3 = \frac{19{,}95}{108}\,pl^2$

$$W_1 = -\frac{24{,}43}{108}\,pl^2;\quad W_2 = -\frac{24{,}58}{108}\,pl^2;\quad W_3 = +\frac{25{,}12}{108}\,pl^2$$

Mit Hilfe dieser Werte können nun aus den Gl. XIII) und XV) die U- und V-Gruppen bestimmt werden. Die Zahlenwerte der Koeffizienten sind nach Gl. C):

$$s = 5\,l,\ k = \frac{7}{3}\,l,\ \Delta' = 9\,l^2,\ \Delta = \frac{11}{3}\,l^2,\ e = e' = -5{,}25\,l,\ \lambda = 6\,l,\ f = f' = \frac{88{,}75}{3}\,l,\ \rho = -\frac{46}{3}\,l$$

und nach Gl. XV):

$$\frac{\Delta'_0}{l_0} = \frac{\Delta'_0}{s_0} = \frac{\Delta'_0}{k_0} = 5\,l;\quad \frac{e'_0}{l_0} = -\frac{1}{4}$$

$$\frac{\Delta_0}{l_0} = \frac{\Delta_0}{s_0} = \frac{\Delta_0}{k_0} = \frac{7}{3}\,l;\quad \frac{f'_0}{l_0} = \frac{53}{4}.$$

Wir erhalten:

$$\left\{\begin{aligned} V_0 &= +21{,}684\,\frac{pl^2}{324} \\ U_1 &= +13{,}772 \ \text{„} \\ V_1 &= +14{,}111 \ \text{„} \\ U_2 &= +15{,}24 \ \text{„} \\ V_2 &= +15{,}18 \ \text{„} \end{aligned}\right. \qquad \left\{\begin{aligned} V'_0 &= +16{,}11\,\frac{pl^2}{324} \\ U'_1 &= +4{,}797 \ \text{„} \\ V'_1 &= +4{,}205 \ \text{„} \\ U'_2 &= +20{,}235 \ \text{„} \\ V'_2 &= -15{,}151 \ \text{„} \end{aligned}\right.$$

und nun nach Gl. A):

$$\left\{\begin{aligned} \alpha_1 &= -102{,}9375\,\frac{pl^2}{324} \\ \alpha_2 &= -100{,}395 \ \text{„} \\ \alpha_3 &= +11{,}6325 \ \text{„} \end{aligned}\right. \qquad \left\{\begin{aligned} Y_0 &= +18{,}897\,\frac{pl^2}{324} \\ Y_1 &= +9{,}158 \ \text{„} \\ Y_2 &= +0{,}0145 \ \text{„} \end{aligned}\right. \qquad \left\{\begin{aligned} X_1 &= +9{,}2845\,\frac{pl^2}{324} \\ X_2 &= +17{,}7375 \ \text{„} \\ X_3 &= +0{,}0145 \ \text{„} \end{aligned}\right.$$

$$\left\{\begin{aligned} \alpha'_1 &= -11{,}4525 \ \text{„} \\ \alpha'_2 &= -10{,}215 \ \text{„} \\ \alpha'_3 &= +101{,}4075 \ \text{„} \end{aligned}\right. \qquad \left\{\begin{aligned} Y'_0 &= +2{,}787 \ \text{„} \\ Y'_1 &= +4{,}953 \ \text{„} \\ Y'_2 &= +15{,}1655 \ \text{„} \end{aligned}\right. \qquad \left\{\begin{aligned} X'_1 &= +4{,}4875 \ \text{„} \\ X'_2 &= -2{,}4975 \ \text{„} \\ X'_3 &= +15{,}1655 \ \text{„} \end{aligned}\right.$$

Diese Werte werden in die Gl. 2) eingeführt. Die Zahlenwerte der Knotenpunktsmomente unter Zugrundelegung der Bezeichnungen aus Abb. 13:

$$\left\{\begin{aligned} \mathfrak{M}^o_0 &= -18{,}7905\,\frac{pl^2}{324} \\ \mathfrak{M}^o_1 &= -29{,}377 \ \text{„} \\ \mathfrak{M}^o_2 &= -3{,}863 \ \text{„} \end{aligned}\right. \qquad \left\{\begin{aligned} M^o_1 &= -28{,}403\,\frac{pl^2}{324} \\ M^o_2 &= -20{,}7975 \ \text{„} \\ M^o_3 &= -3{,}863 \ \text{„} \end{aligned}\right. \qquad \left\{\begin{aligned} M^{ov}_0 &= -18{,}7905\,\frac{pl^2}{324} \\ M^{ov}_1 &= -0{,}974 \ \text{„} \\ M^{ov}_2 &= +16{,}9345 \ \text{„} \end{aligned}\right.$$

$$\left\{\begin{aligned} \mathfrak{M}^m_0 &= -22{,}02\,\frac{pl^2}{324} \\ \mathfrak{M}^m_1 &= -32{,}665 \ \text{„} \\ \mathfrak{M}^m_2 &= +22{,}529 \ \text{„} \end{aligned}\right. \qquad \left\{\begin{aligned} M^m_1 &= -33{,}333\,\frac{pl^2}{324} \\ M^m_2 &= -16{,}635 \ \text{„} \\ M^m_3 &= +22{,}529 \ \text{„} \end{aligned}\right. \qquad \left\{\begin{aligned} \mathfrak{M}^{ov}_0 &= -15{,}4155\,\frac{pl^2}{324} \\ \mathfrak{M}^{ov}_1 &= +0{,}721 \ \text{„} \\ \mathfrak{M}^{ov}_2 &= +19{,}6195 \ \text{„} \end{aligned}\right. \qquad \left\{\begin{aligned} \mathfrak{M}^{uv}_0 &= -6{,}6045\,\frac{pl^2}{324} \\ \mathfrak{M}^{uv}_1 &= -0{,}053 \ \text{„} \\ \mathfrak{M}^{uv}_2 &= -19{,}5445 \ \text{„} \end{aligned}\right.$$

$$\left\{\begin{aligned} \mathfrak{M}^u_0 &= +1{,}0305 \ \text{„} \\ \mathfrak{M}^u_1 &= -1{,}548 \ \text{„} \\ \mathfrak{M}^u_2 &= +23{,}032 \ \text{„} \end{aligned}\right. \qquad \left\{\begin{aligned} M^u_1 &= -0{,}67 \ \text{„} \\ M^u_2 &= +5{,}9025 \ \text{„} \\ M^u_3 &= +23{,}032 \ \text{„} \end{aligned}\right. \qquad \left\{\begin{aligned} M^{uv}_0 &= +1{,}0305 \ \text{„} \\ M^{uv}_1 &= -0{,}878 \ \text{„} \\ M^{uv}_2 &= +17{,}1295 \ \text{„} \end{aligned}\right.$$

Abb. 13.

Von der Richtigkeit dieser Werte kann man sich leicht überzeugen, indem man die Gleichgewichtsbedingungen

$$M^{ov}_r = \mathfrak{M}^o_r - M^o_r;\quad \mathfrak{M}^{ov}_r + \mathfrak{M}^{uv}_r = \mathfrak{M}^m_r - M^m_r;\quad M^{uv}_r = \mathfrak{M}^u_r - M^u_r$$

aufstellt.

Von Interesse dürfte sein der Vergleich der Ergebnisse dieser Untersuchung mit den Werten, welche man nach der Näherungsformel für unabhängige Zellengebilde

$$M_{\max} = \mp \frac{p}{12} \cdot \frac{l^3 + b^3}{l + b}$$

erhalten hätte. Diese Formel liefert für $b = \frac{2}{3} \cdot l$

$$M_{\max} = \mp\, pl^2 \cdot \frac{21}{324},$$

während aus der genauen Untersuchung

$$M_{\max} = M^m_1 = \mp\, pl^2 \cdot \frac{33{,}333}{324}$$

erhalten worden ist.

Dieser Unterschied von mehr als 50 % erklärt sich dadurch, daß bei der genauen Untersuchung die Belastungsart der Zellen von vornherein so gewählt worden ist, daß sie für den Knotenpunkt M^m_1 ein Maximum liefert, während die Näherungsformel den Zusammenhang der Zellen weder in der Belastung, noch in der Beanspruchung berücksichtigt. Diese Näherungsformel darf also, wie wir früher

bereits hingewiesen haben, nur mit Vorsicht gebraucht werden, wenn die Sicherheit der Konstruktion in vollem Maße gewährleistet werden soll.

§ 2.

Einfluß der Temperatur.

Der Einfluß der Temperatur ist hauptsächlich dann von Bedeutung, wenn die Außenwände eine andre Temperatur als die Innenwände zeigen. Eine gleichzeitige und gleichmäßige Temperaturänderung aller Wände ruft keine Spannungen hervor, da durch das Fehlen jeglicher äußerer Stützung die gleichmäßige Formänderung des ganzen Systems sich vollständig frei vollziehen kann.

Wir bezeichnen mit

t^o: den durchschnittlichen Unterschied zwischen der Temperatur der obern Längswand und der Temperatur der Innenwände,

t^u: den durchschnittlichen Unterschied zwischen der Temperatur der untern Längswand und der Temperatur der Innenwände,

Δt^o: den Temperaturunterschied zwischen Außen- und Innenflächen der obern Längswand,

Δt^u: den Temperaturunterschied zwischen Außen- und Innenflächen der untern Längswand,

ε: den Ausdehnungskoeffizient des Wandmaterials,

E: den Elastizitätsmodul des Wandmaterials,

h^o: die durchschnittliche Stärke der obern Längswand,

h^u: die durchschnittliche Stärke der untern Längswand.

Die Arbeit A_i der innern Spannkräfte ist

$$A_i = \int \frac{M^2\,dx}{2EI} + \int \frac{N^2\,dx}{2EF} + \int \varepsilon t N\,dx + \int \frac{\varepsilon \Delta t}{h} M\,dx.$$

Durch die Einführung dieses Ausdrucks in die Gleichungen VI) gelangt man zu Elastizitätsgleichungen, deren Gliederung genau dieselbe ist wie bei der unmittelbaren Zellenbelastung: es treten nur an die Stelle der Belastungsglieder die folgenden Werte:

$$\frac{l'_r}{l_r^2} \cdot L_r^o = \varepsilon E I_c \cdot \frac{\Delta t^o}{h^o} \cdot \frac{l^r}{2}; \quad \frac{l'_r}{l_r^2} \cdot L_r^u = \varepsilon E I_c \cdot \frac{\Delta t^u}{h^u} \cdot \frac{l_r}{2}$$

$$\frac{l'_r}{l_r} \cdot \mathfrak{F}_r^o = \varepsilon E I_c \cdot l_r \left(\frac{\Delta t^o}{h^o} - \frac{2 t^o}{b^o} \right)$$

$$\frac{l'_r}{l_r} \cdot \mathfrak{F}_r^u = \varepsilon E I_c \cdot l_r \left(\frac{\Delta t^u}{h^u} + \frac{2 t^u}{b^u} \right)$$

$$K'_r = K''_r = 3\,\varepsilon E I_c \cdot l_r \left(\frac{\Delta t^u}{h^u} - \frac{\Delta t^o}{h^o} \right)$$

$$O'_r = O''_r = -\,\varepsilon E I_c \cdot l_r \left(\frac{\Delta t^u}{h^u} + \frac{\Delta t^o}{h^o} \right)$$

$$D'_r = 2\,\varepsilon E I_c \cdot l_r \left[\left(\frac{\Delta t^u}{h^u} - \frac{\Delta t^o}{h^o} \right) + 2 \left(\frac{t^u}{b^u} + \frac{t^o}{b^o} \right) \right]$$

$$D_r = -\,2\,\varepsilon E I_c \cdot l_r \left[\left(\frac{\Delta t^u}{h^u} + \frac{\Delta t^o}{h^o} \right) + 2 \left(\frac{t^u}{b^u} - \frac{t^o}{b^o} \right) \right]$$

In diesen Ausdrücken ist, der Voraussetzung gemäß, nur die Temperaturwirkung auf die Außenwände in Rechnung gesetzt: für alle Innenwände ist der Beitrag

$$\int \varepsilon t N\,dx + \int \frac{\varepsilon \Delta t}{p} \cdot M\,dx = 0$$

angenommen worden. Die praktische Durchführung der Untersuchung wird nun am besten in einem Zahlenbeispiel erläutert.

Beispiel II.

Die Anordnung des Zellensystems sei dieselbe wie in Beispiel I (Abb. 14).

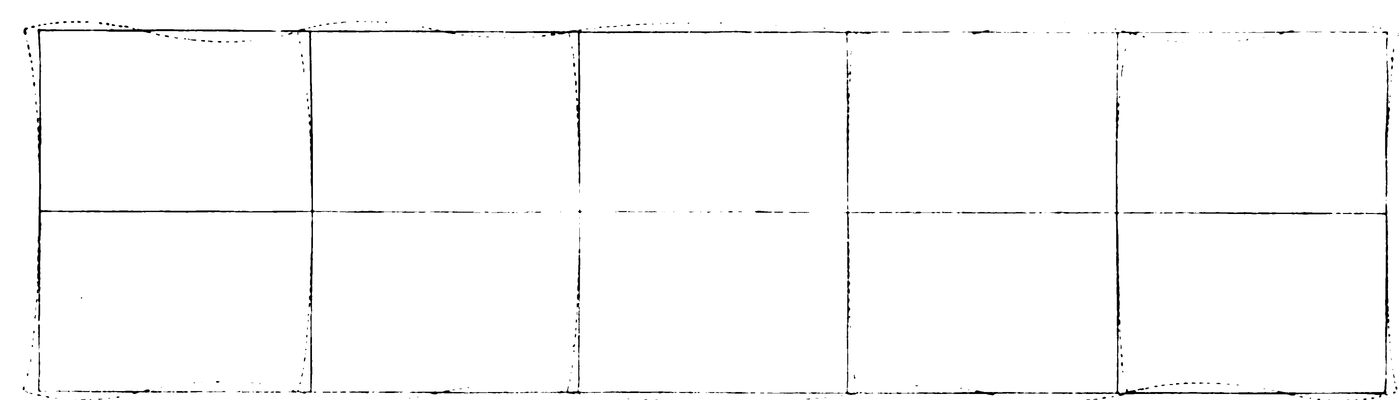


Abb. 14.

Der Einfachheit halber werden der Einfluß von t und der Einfluß von Δt getrennt behandelt.

Fall A. Es sei
$$\frac{\Delta t^o}{h^o} = \frac{\Delta t^u}{h^u} = 0, \; t^o = t^u = t.$$

Wir setzen $8\,\varepsilon E I_c \cdot \frac{t l}{b} = u$ und erhalten $D'_r = u$, $K' = K'' = O' = O'' = D = 0$. Es werden mithin, wie es auch an sich die Symmetrie erfordert, die drei Gruppen $W_r = U'_r = V'_r = 0$. Das Gleichungssystem XVI) liefert nun, wenn $b^o = b^u = b = c = \frac{2l}{3}$ und $W'_5 = W'_1$, $W'_4 = W'_2$ gesetzt werden, folgende Gleichungen:

$$\begin{cases} 52{,}8\,W'_1 - 16{,}8\,W'_2 - 4\,W'_3 = 89{,}1\,\frac{u}{l} \\ -\frac{10}{3}\,W'_1 + \frac{22}{3}\,W'_2 - \frac{10}{3}\,W'_3 = 20{,}25\,\frac{u}{l} \\ -\frac{4}{3}\,W'_1 - \frac{20}{3}\,W'_2 + 8\,W'_3 = 20{,}25\,\frac{u}{l}. \end{cases}$$

Hieraus ergibt sich: $\begin{cases} W'_1 = 6{,}467\,\frac{u}{l} \\ W'_2 = 11{,}818\;\text{„} \\ W'_3 = 13{,}456\;\text{„} \end{cases}$ und auf Grund der Gl. C), XIII) und XV):

$$V_0 = -\,0{,}7972\,\frac{u}{l}; \; U_1 = -\,4{,}9192\,\frac{u}{l}; \; V_1 = -\,5{,}1512\,\frac{u}{l}; \; V_2 = -\,6{,}5928\,\frac{u}{l}; \; U_2 = -\,6{,}4911\,\frac{u}{l}.$$

Mithin nach Gl. A):

$$\begin{cases} \alpha_1' = -\alpha_1 = \frac{3}{4}\cdot 6{,}467\cdot\frac{u}{l^2} \\ \alpha_2' = -\alpha_2 = \frac{3}{4}\cdot 11{,}818 \;\; " \\ \alpha_3' = -\alpha_3 = \frac{3}{4}\cdot 13{,}456 \;\; " \end{cases} \quad \begin{cases} Y_0 = Y_0' = -0{,}3986\,\frac{u}{l} \\ Y_1 = Y_1' = -2{,}5756 \;\; " \\ Y_2 = Y_2' = -3{,}2964 \;\; " \end{cases} \quad \begin{cases} X_1 = X_1' = -2{,}4596\,\frac{u}{l} \\ X_2 = X_2' = -3{,}24555 \;\; " \\ X_3 = X_3' = -3{,}2964 \;\; " \end{cases}$$

Wir führen diese Werte in die Gl. 2). Die Knotenpunktsmomente, welche nach Abb. 13 bezeichnet werden, betragen:

$$\begin{cases} \mathfrak{M}_0^o = -\mathfrak{M}_0^u = +1{,}2184\,\frac{u}{l} \\ \mathfrak{M}_1^o = -\mathfrak{M}_1^u = +0{,}3789 \;\; " \\ \mathfrak{M}_2^o = -\mathfrak{M}_2^u = +0{,}0676 \;\; " \end{cases} \quad \begin{cases} M_1^o = -M_1^u = -0{,}8426\,\frac{u}{l} \\ M_2^o = -M_2^u = -0{,}29105 \;\; " \\ M_3^o = -M_3^u = +0{,}0676 \;\; " \end{cases} \quad \begin{cases} M_0^{ov} = -M_0^{uv} = +1{,}2184\,\frac{u}{l} \\ M_1^{ov} = -M_1^{uv} = +1{,}2215 \;\; " \\ M_2^{ov} = -M_2^{uv} = +0{,}35865 \;\; " \end{cases}$$

$$\begin{cases} \mathfrak{M}_0^{ov} = -\mathfrak{M}_0^{uv} = -2{,}0156\,\frac{u}{l} \\ \mathfrak{M}_1^{ov} = -\mathfrak{M}_1^{uv} = -1{,}4535 \;\; " \\ \mathfrak{M}_2^{ov} = -\mathfrak{M}_2^{uv} = -0{,}46035 \;\; " \end{cases} \quad \left\{ \mathfrak{M}_0^m = M_1^m = \mathfrak{M}_1^m = M_2^m = \mathfrak{M}_2^m = 0. \right.$$

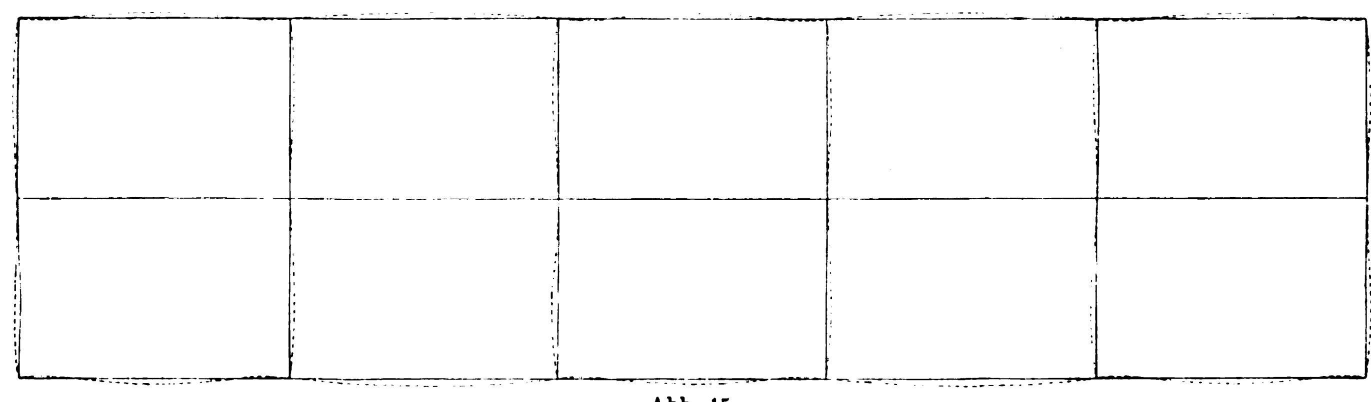


Abb. 15.

Die Formänderung, welche durch diese Momente bewirkt wird, ist in Abb. 14 angedeutet. Die Außenwände dehnen sich in gleichmäßiger Weise von der Mitte aus, während die mittlere Längswand keine Aenderung erfährt. Die Querwände behalten in der Mitte ihre Lage, während sie mit ihren Enden der Bewegung der Außenwände folgen. Je mehr sich die obern und untern Knotenpunkte verschieben, desto größer werden die Knotenpunktsmomente, und zwar nehmen sie von der Mitte des Zellensystems nach den Enden zu.

Da der Wert $\frac{u}{l}$ der Zellenbreite b umgekehrt proportional ist, so erkennt man, daß die Beanspruchung der Zellen um so größer ist, je kleiner b im Verhältnis zu l.

Fall B. Es sei $\frac{\Delta t^u}{h^u} = -\frac{\Delta t^o}{h^o} = \frac{\Delta t}{h}$; $t^o = t^u = 0$.

Es werden wieder $W_r' = U_r' = V_r' = 0$. $\quad \begin{matrix} K_r' = K_r'' \; 3\,v, \\ D_r' = 2\,v, \end{matrix} \Big\}$ wobei $v = 2\,\varepsilon\,EI_c\cdot\frac{\Delta t}{h}\cdot l$.

Das Gleichungssystem XVI) lautet, wenn wie vorhin $b^o = b^u = b = c = \frac{2\,l}{3}$ und $W_5' = W_1'$, $W_4' = W_2$ gesetzt werden:

$$\begin{cases} 52{,}8\;W_1' - 16{,}8\;W_2' - 4\;W_3' = 32{,}4\,\frac{v}{l} \\ -\frac{10}{3}\,W_1' + \frac{22}{3}\,W_2' - \frac{10}{3}\,W_3' = 0 \\ -\frac{4}{3}\,W_1' - \frac{20}{3}\,W_2' + 8\;W_3' = 0 \end{cases}$$

Hieraus erhält man: $\begin{cases} W_1' = 0{,}9271\,\frac{v}{l} \\ W_2' = 0{,}7914 \;\; " \\ W_3' = 0{,}8139 \;\; " \end{cases}$ und auf Grund der Gleichungen C, XIII) und XV):

$$\begin{cases} \alpha_1' = -\alpha_1 = \frac{3}{4}\cdot 0{,}9271\,\frac{v}{l^2} \\ \alpha_2' = -\alpha_2 = \frac{3}{4}\cdot 0{,}7914 \;\; " \\ \alpha_3' = -\alpha_3 = \frac{3}{4}\cdot 0{,}8139 \;\; " \end{cases} \quad \begin{cases} Y_0 = Y_0' = +0{,}15452\,\frac{v}{l} \\ Y_1 = Y_1' = +0{,}6596 \;\; " \\ Y_2 = Y_2' = +0{,}58792 \;\; " \end{cases} \quad \begin{cases} X_1 = X_1' = +0{,}6822\,\frac{v}{l} \\ X_2 = X_2' = +0{,}5842 \;\; " \\ X_3 = X_3' = +0{,}58792 \;\; " \end{cases}$$

Die Knotenpunktsmomente, nach Abb. 13 bezeichnet und nach Gl. 2) berechnet, betragen:

$$\left\{\begin{array}{l} \mathfrak{M}_0^o = -\mathfrak{M}_0^u = 0{,}30906\,\frac{v}{l} \\ \mathfrak{M}_1^o = -\mathfrak{M}_1^u = 0{,}52765\,\text{„} \\ \mathfrak{M}_2^o = -\mathfrak{M}_2^u = 0{,}497435\,\text{„} \end{array}\right. \quad \left\{\begin{array}{l} M_1^o = -M_1^u = 0{,}5729\,\frac{v}{l} \\ M_2^o = -M_2^u = 0{,}48995\,\text{„} \\ M_3^o = -M_3^u = 0{,}497435\,\text{„} \end{array}\right. \quad \left\{\begin{array}{l} M_0^{ov} = -M_0^{uv} = 0{,}30906\,\frac{v}{l} \\ M_1^{ov} = -M_1^{uv} = -0{,}04525\,\text{„} \\ M_2^{ov} = -M_2^{uv} = +0{,}007485\,\text{„} \end{array}\right.$$

$$\left\{\begin{array}{l} \mathfrak{M}_0^{ov} = -\mathfrak{M}_0^{uv} = -0{,}15454\,\frac{v}{l} \\ \mathfrak{M}_1^{ov} = -\mathfrak{M}_1^{uv} = +0{,}02265\,\text{„} \\ \mathfrak{M}_2^{ov} = -\mathfrak{M}_2^{uv} = -0{,}003765\,\text{„} \end{array}\right. \quad \left\{ \mathfrak{M}_0^m = M_1^m = \mathfrak{M}_1^m = M_2^m = \mathfrak{M}_2^m = 0. \right.$$

Die Formänderungsart, welche diesen Momenten entspricht, ist in Abb. 15 angedeutet. Im vorliegenden Fall werden die Längswände am stärksten beansprucht, während im Fall A die größten Spannungen in den Querwänden auftreten.

Um die praktische Bedeutung der Ergebnisse dieser Untersuchung zu erkennen, möge an einem Zahlenbeispiel ein Vergleich der durch Belastung und durch Temperatur hervorgerufenen Momente aufgestellt werden.

Es sei

$$l = 5{,}25\,^{\text{m}},\; b = 3{,}5\,^{\text{m}},\; p = 2{,}5\,\frac{t}{\text{m}^2}$$

$$\varepsilon = \frac{1}{85000},\; E = 2100000\,{}^{t}/_{\text{m}^2},\; I_c = 0{,}0022\,^{\text{m}^4} \qquad t = 10^0,\; \Delta t = 10^0,\; h = 0{,}28\,^{\text{m}}.$$

Wir erhalten:

$$\frac{u}{l} = 8\,\varepsilon\,E I_c\,\frac{t}{b} = \frac{8\cdot 2100000}{85000}\cdot 0{,}0022\cdot\frac{10}{3{,}5} = 1{,}24\,^{\text{tm}} \qquad \frac{v}{l} = 2\,\varepsilon\,E I_c\,\frac{\Delta t}{h} = \frac{2\cdot 2100000}{85000}\cdot 0{,}0022\cdot\frac{10}{0{,}28} = 3{,}885\,^{\text{tm}}$$

$$\text{Infolge von } p \text{ wird } M_1^o = -\frac{28{,}403}{324}\cdot 2{,}5\cdot 5{,}5^2 = -6{,}61\,^{\text{tm}}$$

$$\text{„}\;\; t \;\;\text{„}\;\; M_1^o = \mp\, 0{,}8426\cdot 1{,}24 = \mp\, 1{,}044\,^{\text{tm}}$$

$$\text{„}\;\; \Delta t \;\;\text{„}\;\; M_1^o = \mp\, 0{,}5729\cdot 3{,}885 = \mp\, 2{,}225\,^{\text{tm}}.$$

Diese Zahlen zeigen uns, daß durch die Temperaturunterschiede die Beanspruchung der Wände um 50 % erhöht wird. Wenn also keine konstruktive Vorkehrungen getroffen werden, um die Außenwände gegen den unmittelbaren Einfluß der Temperatur zu schützen, so empfiehlt es sich, bei der Querschnittsberechnung der Wände durch die Wahl der zulässigen Spannungen auf diese ungünstige Wirkung Rücksicht zu nehmen.

Die Augustinerkirche in München.

Von Hugo Steffen, Architekt, München.

An Stelle des alten Augustinerklosters in der Neuhauserstraße zu München tritt jetzt der Neubau des Polizeigebäudes. Nach langen Kämpfen ist es nun doch gelungen, die ehrwürdige Klosterkirche als unentbehrliches Glied des herrlichen Straßenbildes zu erhalten, doch wird ihr Aeußeres verändert und das prächtige Innere aus Nutzbarkeitsgründen in zwei Stockwerke geteilt.

Den Anfang des weit über Bayerns Grenzen hinaus bekannten Stadtbildes im Herzen der Monachia bilden die vornehmen Fassaden des ehemaligen Jesuitenklosters — jetzt Akademie der Wissenschaften —, im Mittelpunkte steht St. Michael, jener hochgiebelige, reichgegliederte Renaissancekirchenbau, und rechts gibt die Augustinerkirche, deren mittelalterlicher Chor vom Wahrzeichen der Stadt, den wuchtigen Frauentürmen, überragt wird, einen harmonischen Abschluß. (Abb. 1, 3, 5.) Mit welch hervorragendem Verständnis und jener so oft zu bewundernden Anpassung der Renaissancemeister an die Werke ihrer Vorfahren brachte Friedrich Sustris seine Michaelskirche in herrlichste Wechselwirkung zu der nur eine Straßenbreite entfernten Klosterkirche der Augustiner und stellte deren ruhigen Seitenflächen seinen hohen Prunkgiebel entgegen.

Immer seltener werden in Großstädten die abgeschlossenen alten Stadtbilder, hinweggerafft durch Unverstand oder dringendste, neuzeitliche Bedürfnisse; auch die bayerische Hauptstadt besaß deren in reichster Zahl, doch was ist jetzt noch übrig? Ein unabweisliches Bedürfnis zum Abbruch der in Frage stehenden Kirche war nicht vorhanden; denn das Areal der dahinterliegenden, weitläufigen Klostergebäude bietet Raum genug für die Erfordernisse des Polizeigebäudes, und für dessen eventuelle spätere Erweiterung stehen außerdem noch die im Privatbesitz befindlichen beiden Häuser an der Ecke von Löwengrube und Augustinerstraße zur Verfügung. Warum also hätte München, die Stadt der Künstler, die Zentrale des Heimatschutzes usw. etwas von seinen unwiederbringlichen Schätzen opfern sollen? Dies stände doch im größten Widerspruch!

Das Mauerwerk der Kirche ist völlig intakt und noch imstande, Jahrhunderte zu überdauern. Freilich in dem jetzigen, verwahrlosten Zustande konnte die Kirche nicht weiterbestehen! Seit Jahren schon sind die untern Mauern an ein Plakatinstitut vermietet; das ganze äußere Hauptgesims des Mittelschiffes entlang war ein Verschlag aus rohen Brettern angebracht, um ein Herabfallen der alten, höchst malerisch wirkenden Dachziegel auf die verkehrsreiche Straße zu verhindern. (Abb. 2.) Doch wie sah's erst im Innern aus? Auf welche Profanierung blickten die feinen, graziösen Stuckaturen der Gewölbe, die herrliche Orgelempore herab! Da lagerten hoch aufgestapelt Ballen und Fässer, Kisten und Säcke, da wurde geschoben und gekarrt; die untern Mauern waren zerstoßen, die Fensterscheiben blind und zersprungen, denn seit der Säkularisation des Jahres 1803 diente die entweihte Kirche zur Mauthalle.

Vollständig befriedigend für ein künstlerisch feinfühlendes Gemüt wäre es freilich gewesen, wenn sich das Kircheninnere als einheitliches Ganzes hätte erhalten lassen, doch dem standen allseits bedeutende wirtschaftliche Bedenken der kostspieligen Grundfläche wegen entgegen und eine Wiederverwendung als Kirche war von keiner Seite in Aussicht genommen. Nun wird die obere Hälfte des Kirchenraumes mit seiner herrlich stuckierten, gewölbten Decke als großer Saal ohne Einbauten für Zwecke des Einwohneramtes Verwendung finden und die untere Hälfte zu Läden rentabel ausgenutzt, was wohl als Mittelweg die treffendste Lösung bedeutet.

Die Kirche selbst ist ein elfjochiger, ehemals unverputzter Backsteinbau, wie die meisten der mittelalterlichen Kirchen und öffentlichen Gebäude Münchens, mußte aber im Laufe der Jahrhunderte mancherlei Veränderungen über sich ergehen lassen.

Gegen das Ende des dreizehnten Jahrhunderts berief Herzog Ludwig der Strenge die Augustinermönche, die hauptsächlich der Krankenpflege oblagen, nach München und bereitete ihnen anfangs am Heiliggeistspitale ein Unterkommen. Da der Orden in steter Tatkraft emporblühte, wies ihm der Herzog einen Platz auf dem großen Haberfelde außerhalb der Stadtmauern, unweit des sog. schönen Turmes, zur Erbauung von Kirche und Kloster an und 1294 wurden letztere nebst dem Friedhofe durch Bischof Emicho von Freising zu Ehren der beiden heiligen Johannes — für welche schon vorher auf dem Platze ein Kapellchen stand — feierlichst eingeweiht.

Abb. 1. *Stadtbild Neuhauserstraße. Links die Michaels-, rechts Augustinerkirche.*

Die Kirche bestand anfangs, geringen Raumbedürfnisses oder fehlender Geldmittel halber, nur aus dem dreijochigen, in seinem obern Teile (bis auf die in Rundbogen verwandelten Fenster und den Kalkmörtelüberzug) heute noch in ursprünglicher Weise erhaltenen Chor, der ein auf fünf Seiten geschlossenes, von zwölf kräftigen Strebepfeilern flankiertes Achteck bildet. Die Pfeiler standen ohne die später hinzugekommenen Anbauten bis zum Erdboden herab vollständig frei, wofür als sicherer Beweis im Dachboden der letztern die teils freiliegenden, teils vermauerten Sandsteinkopfgesimse der untern Teile zeugen. Bei der künftigen Renovierung der Kirche werden auch, wenigstens am hintern Teile des Chores, die Strebepfeiler des Chores, wie ehemals, wieder frei zu stehen kommen.

Wie bei solchen Kirchenanlagen meist Uebung, war die Giebelseite mit einem Dachreiter als Glockentürmchen abgeschlossen, der — laut dem Sandtnerschen Stadtmodell von 1572 im bayerischen Nationalmuseum zu München — beim Anbau des Langhauses erhalten blieb und von da ab den Dachfirst in der Mitte schmückte. Daß übrigens besagtes Modell nicht trügt, bestätigen die Spuren der Spreizen des 1620 entfernten Dachreiters im Dachraum der Kirche.

Selbst für den Nichtfachmann ist es, ganz abgesehen von den Zutaten aus der Renaissancezeit, auf den ersten Blick erkenntlich, daß Chor und Langhaus zwei ganz verschiedenen Bauperioden angehören. Ersterer in seinen charakteristischen, mittelalterlichen Formen mit den kräftigen Strebepfeilern, letzteres ohne diese, ein Werk späterer Zeit. Für den Fachmann gibt noch die verschiedene Technik des Mauerwerks, vor allem aber der charakteristische Absatz zwischen Chor und Langhaus, welcher durch Unterbrechung und Höherlegung des Hauptgesimses bei letzterm markiert ist, sichern Beweis, daß anfangs nur der Chor als selbständige Kirche bestand. Außerdem sind die Gliederungen des Hauptgesimses ganz verschiedene; am Chor besteht es aus zwei Platten einer Kehle, am Langhause hingegen aus einer Platte und einer Kehle.

Ganz im Gegensatze zur jetzigen Zeit pflegten unsre Altvordern jedem Anbau an schon Bestehendes den Stempel ihrer Zeit aufzudrücken, beziehungsweise den angefügten Teil von dem schon vorhandenen völlig auseinander zu halten, worauf eben die unvergleichlich malerische Wirkung ihrer Bauten fußt, während wir Modernen ein sogenanntes einheitliches Zusammenstimmen und kaltlassendes Gleichmäßigmachen bevorzugen und anwenden.

Kurz vor Einweihung der Kirche war ihr Gründer Herzog Ludwig gestorben, doch sein jüngster Sohn gleichen Namens, der spätere Deutsche Kaiser, schenkte Zeit seines Lebens den Augustinern und ihrem Gotteshause große Sympathien und Förderung, ja, es war sogar sein Wunsch, in den Grüften der Kirche beigesetzt zu werden.

Im Jahre 1458 wurde das Gotteshaus einer großen Erweiterung unterzogen, indem man dem Chor das achtjochige Langhaus mit niedern Seitenschiffen vorbaute, wobei auch, den spätgotischen Rippenprofilen der Gewölbe nach zu urteilen, der Anbau am Chor und Einbau der Sakristei erfolgte; letztere befindet sich unter dem erhöhten Mönchschore. Ihr Sterngewölbe ruht inmitten des Raumes auf einem einzigen, schlanken, von einer Steinbank umschlossenen Syenitpfeiler. (Abb. 9.)

Da am Langhaus Strebepfeiler fehlen, ist es möglich, doch nicht sicher zu bestimmen, daß dieses ehemals von einer geraden Balkendecke überspannt wurde; ebensogut könnten es auch Gewölbe gewesen sein, denn die sich nach unten in mehrfachen Absätzen verstärkenden Mauern wären kräftig genug, den Schub von Gewölben auch ohne Strebepfeiler aufzunehmen. Gibt es doch mancherlei Beispiele aus dem späten Mittelalter, wo die Gewölbe statt-

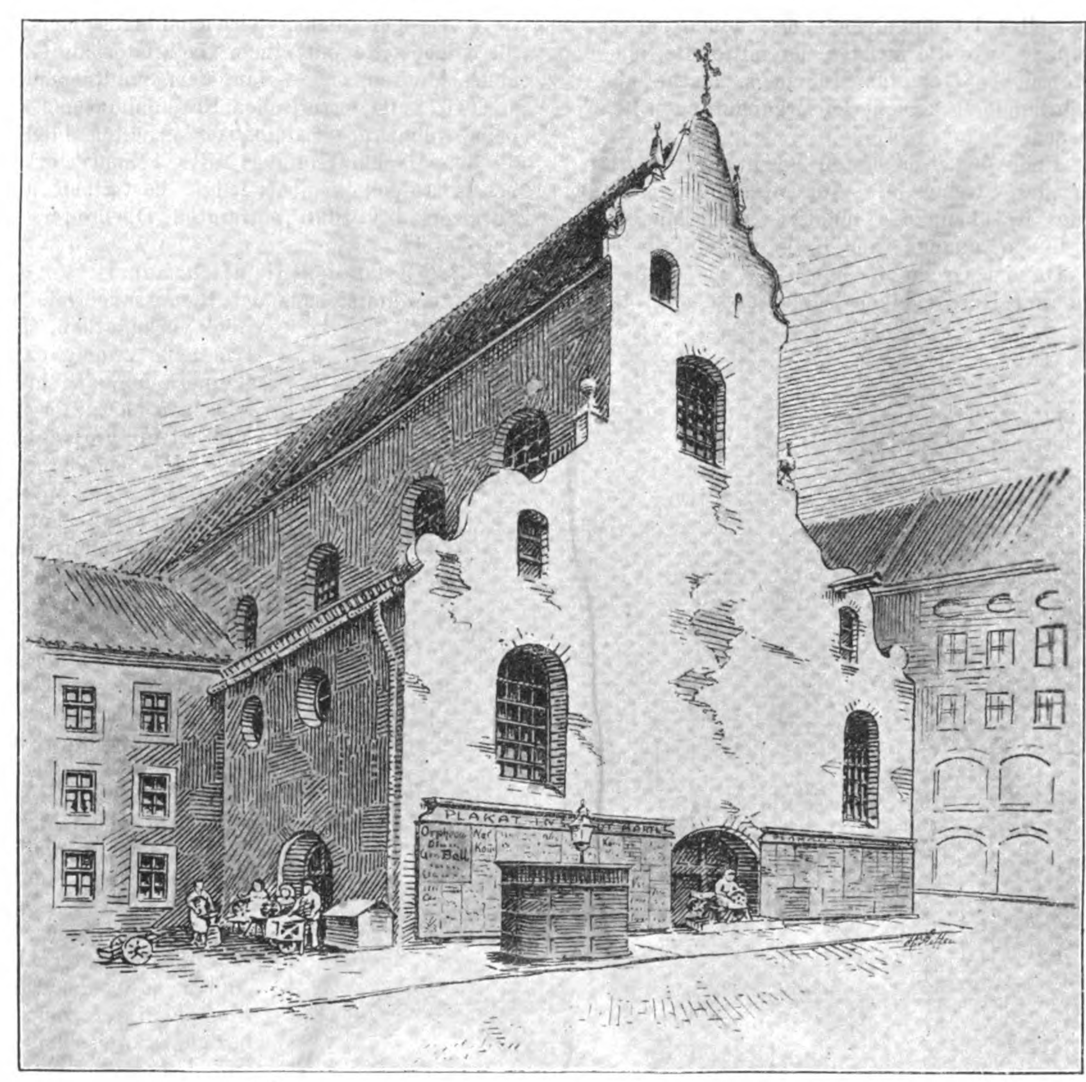


Abb. 2. *Jetzige Ansicht der Kopfseite der Augustinerkirche.*

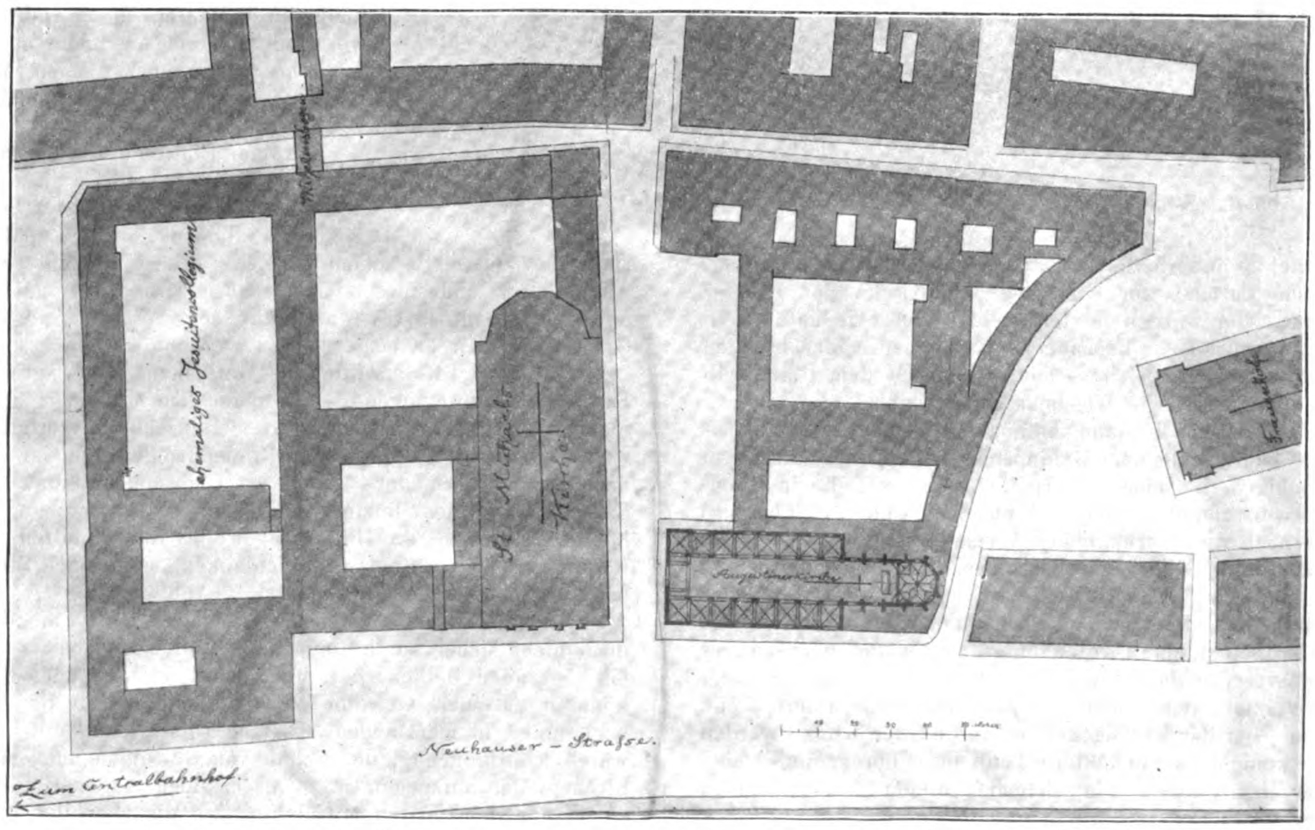


Abb. 3. *Lageplan des Augustinerklosters und der Kirche.*

licher Kirchen ohne Hilfe von Streben nur durch kräftig verstärktes Mauerwerk aufgefangen werden.

Gern hätte ich den Namen des Baumeisters vom Langhause erfahren, doch alle Forschungen danach in Archiven usw. waren bis jetzt resultatlos. Ich hege indessen die Vermutung, daß vielleicht Jörg Ganghofer, welcher 1468 den Grundstein zur Frauenkirche legte, auch die Erweiterung der Augustinerkirche — die ursprünglich, wie schon eingangs erwähnt, auch als unverputzter Backsteinbau mit Sandsteinverblendungen ausgeführt war — übertragen wurde. In München selbst gab es zu damaliger Zeit keine eigentlichen großen Baumeister; man mußte sie für Monumentalbauten von auswärts heranziehen und so ist es leicht möglich, daß der Magistrat auf Ganghofer durch die in Frage stehende Erweiterung der Augustinerkirche aufmerksam wurde und ihm dann den Bau des Domes übertrug. Die Daten deuten in auffallender Weise darauf hin und ich glaube sicher, darüber auch noch urkundliche Bestätigung zu erhalten.

Unter der Kirche befinden sich ausgedehnte Katakomben, die unter dem linken Seitenschiffe noch wohlerhalten, sich von dort aus bis unter die Klostergebäude an der Ettstraße hinziehen, wo sie verschüttet sind. Die obern Gewölbe unter der Kirche wurden 1803 bei Uebernahme durch den Staat zur Gleichung der Niveauverhältnisse eingeschlagen und mit Urbau ausgefüllt.

Wie überwältigend feierlich mögen wohl in den dunklen, stillen Gewölben die Beisetzungen gewirkt haben! Vorbei an den in vierreihigen Nischen übereinanderstehenden Särgen (Abb. 10) der längst entschlafenen Brüder führte der Zug unter dem gedämpften Klang der Gebete bei Fackelschein hinein in die Gänge, wo für jeden der jetzt noch rüstig Mitschreitenden ein Platz schon bereit war. Memento mori! —

Eine vollständige Umgestaltung der Kirche im Geschmacke der Zeit erfolgte im Jahre 1620, wobei äußerlich von der Architektur des einfachen, mittelalterlichen Gotteshauses nur der Chor mit seinen Strebepfeilern und im Innern die Sakristei nebst den schönen Gewölben der Choranbauten erhalten blieben. Mittelschiff und Chor überspannte man durch ein von graziösen Stuckornamenten reichverziertes Tonnengewölbe mit Stichkappen; die Spitzbogenarkaden der Seitenschiffe wurden gleich sämtlichen Fenstern in rundbogige umgewandelt, überhaupt das ganze Kircheninnere im Geschmacke der Zeit einheitlich umgestaltet, wie wir es heute noch vor uns sehen. (Abb. 4.)

Die großzügige, einst teilweise mit Malereien und Stuckaturen geschmückte Giebelsilhouette und der Kalkmörtelüberzug, mit dem man den natürlichen Backsteinbau umkleidete, stammen auch aus der Periode dieses Umbaues. Der mittelalterliche Dachreiter inmitten des Firstes wurde entfernt und dafür ein andrer von Holz an der Gratspitze des Chores angebracht.

Voran die bayerischen Fürsten, viele Personen von Stand und aus der wohlhabenden Bürgerschaft, welche sich auch Begräbnisse für ihre Familien in den Grüften der Kirche sicherten, trugen ununterbrochen zur Ausschmückung bei. So ließ z. B. ein Herr Sebastian Füll von Windach den kostbaren Choraltar errichten, den ein Kolossalgemälde von Tintoretto, die Kreuzigung Christi, 12 m hoch und 6 m breit, ein Werk von unschätzbarem Werte schmückte. Auch die übrigen Altäre zeigten kostbare Marmorarbeiten und Gemälde von Peter Candit, Ulrich Loth, Andre Feistenberger, dem kaiserlichen Hofmaler Pallach u. a. m. Die Kurbayerische Landmannschaft stiftete die herrliche Orgel um 7000 Gulden.

Mit Recht wurde s. Zt. die Kirche die Kunstkammer der Maler und Steinmetzen genannt. Kostbare Reliquien,

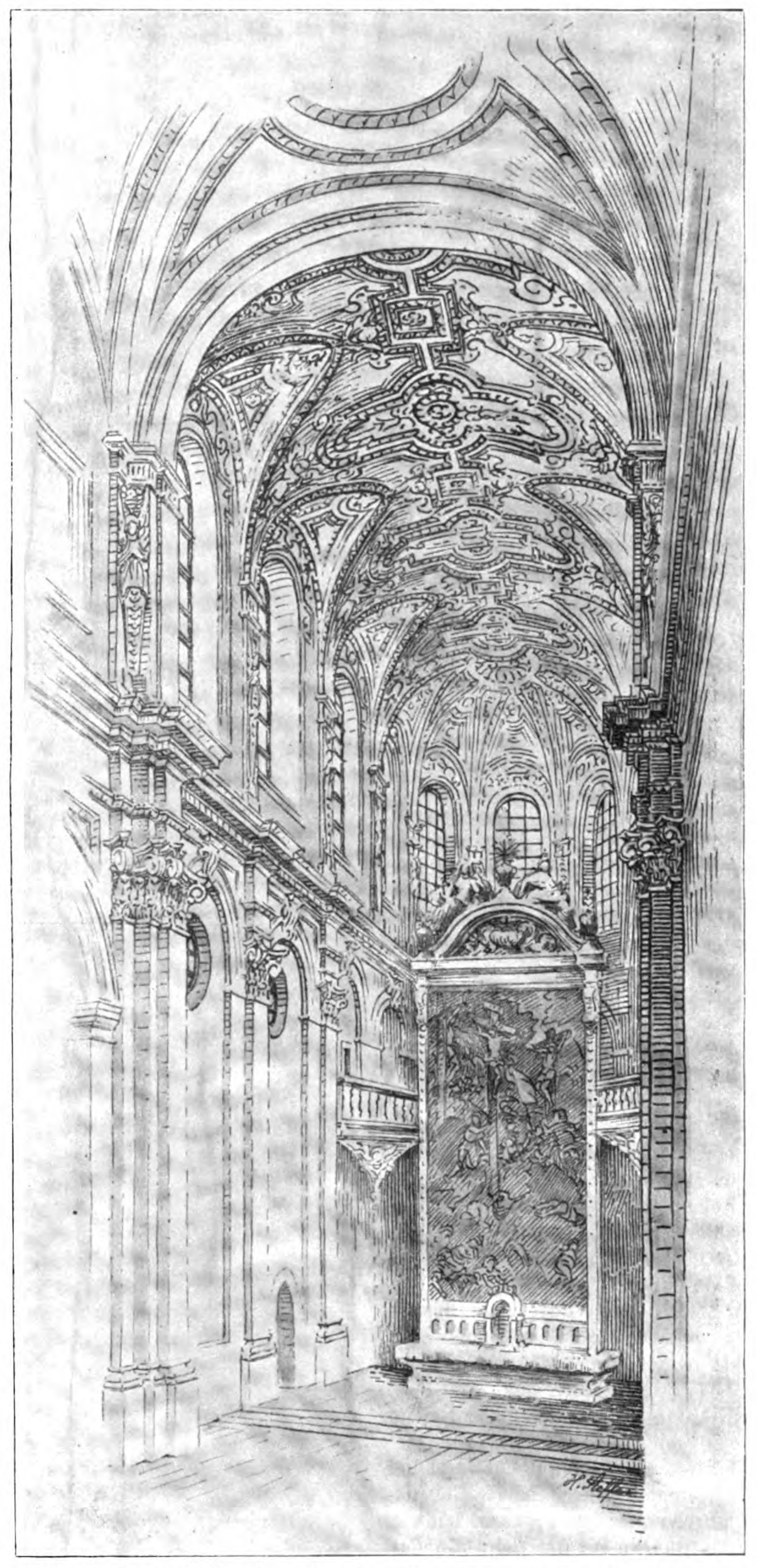


Abb. 4. *Blick in den Chor der Augustinerkirche mit dem ehemaligen Kolossalbilde Tintorettes.*

wundertätige Gnadenbilder, verbunden mit großen Ablässen zogen die Gläubigen in Scharen herbei und 1699 erlaubte Kurfürst Max Emanuel dem damaligen Prior Johann Baptist Inniger den Zubau eines „Mietstockes“ zum Kloster, „weil

ein solcher der Stadt ein Ansehen gebe". Es ist dies die an der Löwengrube gelegene, von der Ett- bis zur Augustinerstraße sich hinziehende, jetzt im Abbruch be-

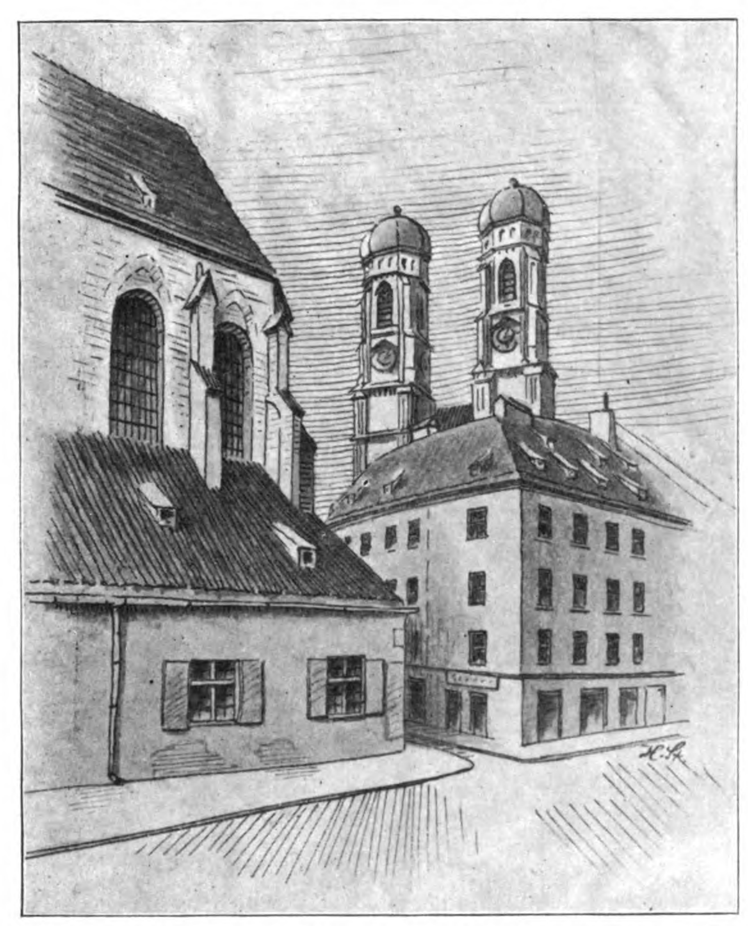


Abb. 5. *Chor der Augustinerkirche, dahinter die Türme der Frauenkirche.*

griffene Häuserfront, die, wie der Name besagt, an Private vermietet wurde.

Die Ausdehnung des Klosters war eine stattliche. Nach der Ettstraße zu wurde es von einem kunstvoll gehaltenen Garten begrenzt, in dem eine kleine, an die Kirche gelehnte Kapelle mit vorgelagertem Treppentürmchen eingebaut war, welche samt dem hölzernen Dachreiter über dem Chore kurz nach der Säkularisation entfernt wurde. (Abbildungen 6, 7, 8.)

Das alte Gotteshaus besitzt auch eine historische Bedeutung, da in der Nacht des 11. Oktober 1347 der Abt des Klosters, Nikolaus de Luna, der Leiche des mit dem Kirchenbann belegten, plötzlich auf der Jagd bei Fürstenfeld-Bruck im 73. Lebensjahre verstorbenen Kaisers Ludwig des Bayern an der Schwelle der Kirche die Beisetzung verweigerte.

Da nun die wirkliche Ruhestätte des Kaisers unbekannt ist, entstand die Vermutung, daß er doch in aller Stille, seinem Wunsche gemäß, in den Augustinergrüften bestattet wäre. Im Jahre 1877 unternahm der Gelehrte Faßl mit Genehmigung König Ludwig II.

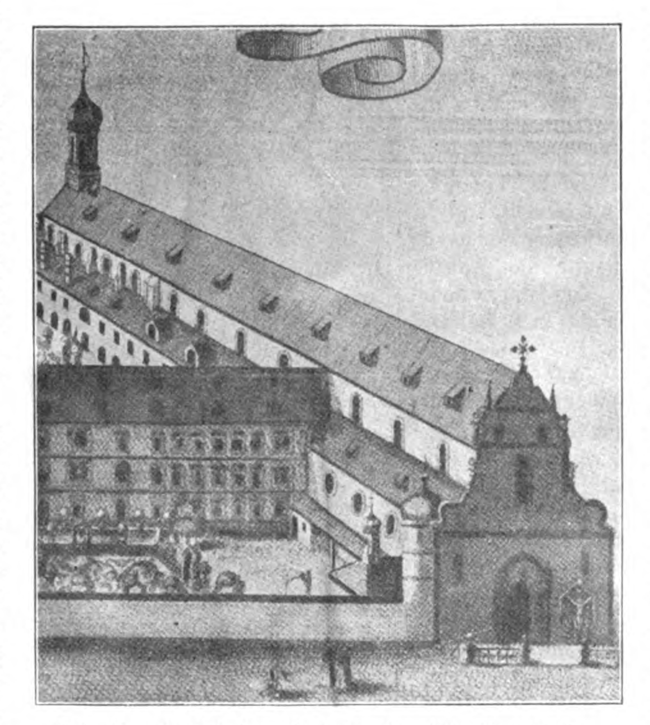


Abb. 7. *Ansicht der Kopfseite der Augustinerkirche. Nach einem Stich des 18. Jahrhunderts.*

dortselbst Ausgrabungen und Nachforschungen vor, deren Resultate er in einer jetzt vergriffenen Schrift „Die Grabstätte Ludwigs des Bayern" niederlegte. Sie sei im Auszuge hier beigefügt.

„Vorerst geschah eine allgemeine Inspektion der unterirdischen Gewölbe, um einen Eingang in die Grüfte zu zu finden. Durch Anklopfen an die Mauern kamen wir auf das Vorhandensein von zugemauerten Gewölben und trafen nach Durchschlagung mehrerer Grüfte die ersten Leichen. Da kein Situationsplan vorhanden war, so mußten auf geradewohl die unterirdischen Grundmauern beim Hochaltar bloßgelegt werden, um weitere Nach-

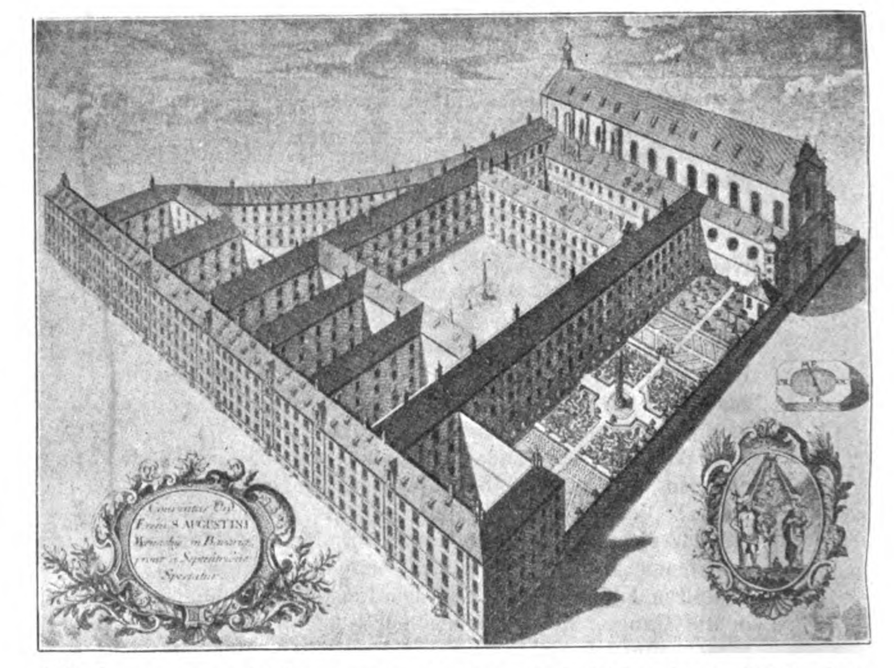


Abb. 6. *Gesamtansicht des Augustinerklosters. Nach Stichen des 18. Jahrhunderts.*

forschungen anstellen zu können; denn bei Uebergang der Kirche an den Staat waren sämtliche obern Gewölbe eingeschlagen und mit Urbau ausgefüllt worden, um das Niveau mit der Kirche herzustellen. In dem Schutt lagen ganze Kadaver samt ihren Särgen und fünfzehn Schuh tief mußte gegraben werden, um das Mosaikpflaster der Gruft zu erreichen. In einem finstern Seitengewölbe der Kirche entdeckte ich auch ein Freskogemälde mit Inschrift, etwa aus dem 16. Jahrhundert, die Himmelfahrt Mariens vorstellend; unweit davon eine leere Gruft, welche für den Stifter des Klosters oder für eine andre Fürstenperson errichtet schien. Unter den Fundgegenständen befanden sich Rosenkränze, Medaillen und Amuletten von edlem und unedlem Metalle, Sterbekreuze, Gürtelschnallen, Knöpfe, ein goldener Ring in Email, Degen, Sporen; Kleidungsstücke von Seide, Leinen, Plüsch, Sandalen und Schuhe, dgl. Kutten von Wolle usw. Es wurden etwa 350 Leichen zutage gefördert. Unter diesen fand ich eine mir ganz besonders auffallende, da sie keinen Kalkübergu߸ hatte, während

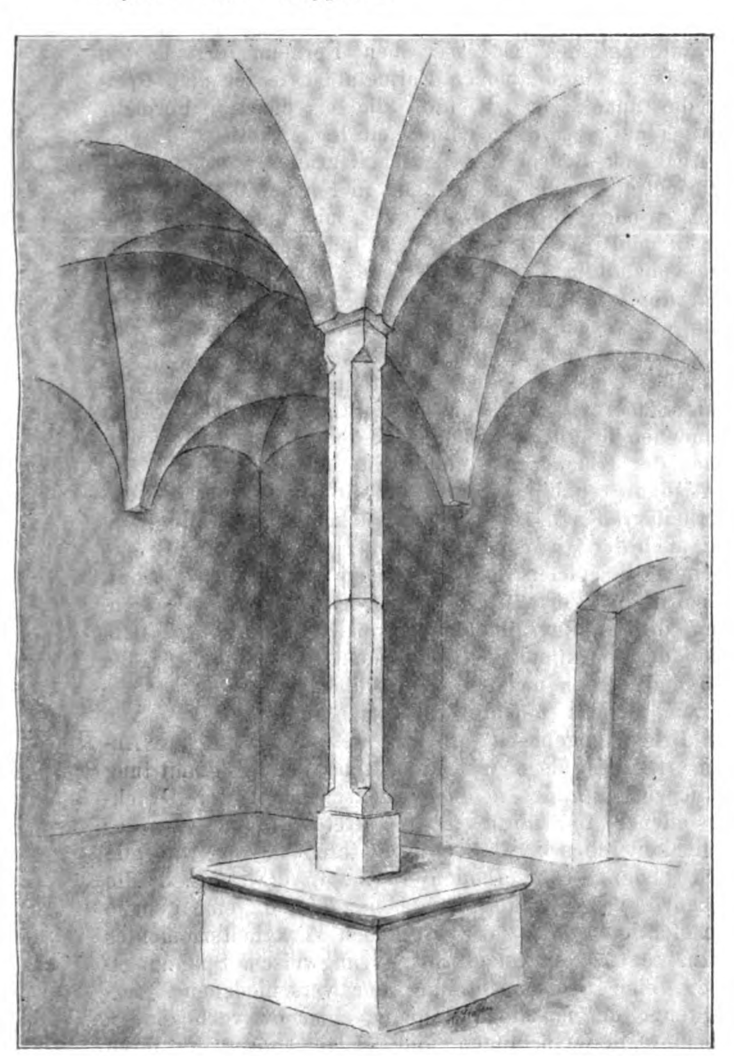
alle übrigen, um die Verwesung zu beschleunigen, von dichten Kalkschichten überzogen waren. Diese Leiche war ohne alle Bekleidung und mußte einbalsamiert oder sonstwie konserviert worden sein; sie deutete auf ein Alter von 500 Jahren und darüber. Seltsamerweise konnte der wohlerhaltene Fichtensarg nicht mehr als 150 Jahre alt sein und daher der Kontrast ein höchst auffallender. An der vorerwähnten für den Stifter des Klosters usw. bestimmten Gruft schienen aber die beiden eisernen Türen mit Gewalt gesprengt zu sein, weil deren Kegeln aus den Mauern herausgerissen waren. Nach Aussagen von Sachverständigen ist die Aehnlichkeit der Gesichtszüge des im Sarge ruhenden Leichnams mit den vorhandenen Porträten des Kaisers Ludwig des Bayern eine frappante.

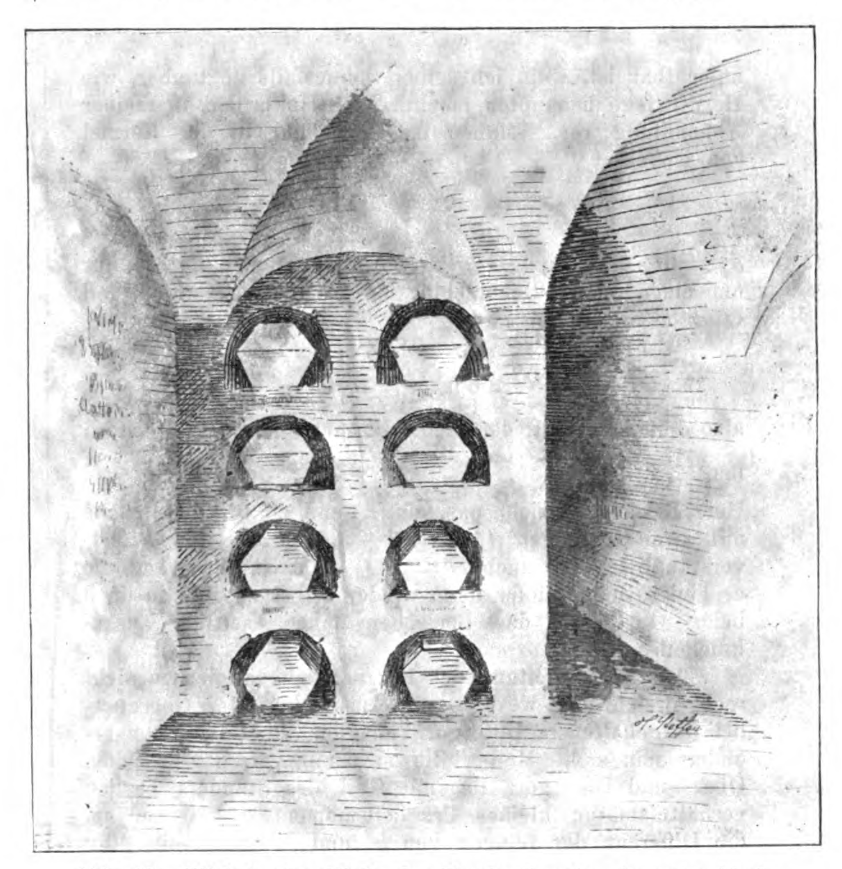

Abb. 8. *Seitenansicht der Augustinerkirche. Nach einem Stich des 18. Jahrhunderts.*

der in blinder Wut die Grüfte durchwühlte, um seiner habhaft zu werden."

Da es trotz lebhaften Für und Widers um die Identität des für die Ueberreste jenes großen Kaisers gehaltenen Leichnams zu keinem ausschlaggebenden Resultate kam, wurde dieser in stiller Nacht in einer Separatgruft des Domes beigesetzt. Dortselbst befindet sich auch über der mittelalterlichen Gedenkplatte mit dem Porträt des Kaisers das herrliche von Peter Candit geschaffene Renaissancedenkmal in Bronzeguß, ein Meisterwerk damaliger Zeit.

Nach der Säkularisation wurden die ausgedehnten Klostergebäude als Justizbureaus verwendet, der Mietstock an Private verkauft und die am 1. Oktober 1803 für immer geschlossene Kirche, nachdem sie all ihrer Schätze beraubt, zur Mauthalle profaniert. Das wertvolle Inventar unterstellte man größtenteils dem Verkaufe; so kam die kostbare Orgel in den Dom zu Speyer, das großartige Altarbild von Tintoretto in die Kapelle des ehemaligen Lustschlosses Schleißheim bei München, wo es infolge der geringen Tiefe des Raumes zu keiner Wirkung kommt, ja halbvergessen dem Verfall entgegen-


Abb. 9. *Sakristei unter dem Chor der Augustinerkirche.*


Abb. 10. *Blick in eine Nische der Katakomben der Augustinerkirche.*

Seine Rechte umfaßte ein hölzernes Kreuz mit der Jahreszahl 1412. Dadurch kam eine Konjunktur zustande, welche annehmen läßt, daß man den verborgenen Leichnam des Kaisers vor dem siegenden Erbfeinde schützen wollte,

schlummert. Weitere Gemälde von Rubens, Peter Candit usw. gingen in die Gemäldegalerie des gleichen Schlosses über und mit andern geschah es in ähnlicher Weise. Das Abschlußgitter befindet sich im bayerischen National-

museum zu München und von den prachtvollen Marmoraltären, Epitaphien usw. wurde ein großer Teil zerschlagen, verschleppt. Verschiedene der kostbaren Reliquien gingen an die Heiligengeistkirche und das allverehrte „Gnadenkindl" an den Bürgersaal, eine Kirche unweit des Klosters in der gleichen Straße, über.

Nachdem nun ein Jahrhundert seit der aufregenden Epoche des Kirchen- und Klöstersturmes dahingegangen war, wurde das alte Gotteshaus abermals hineingezogen in den Kampf. Hinwegzutragen war daraus nichts mehr, es sollte ihm selbst ans Leben gehen.

Doch noch in letzter Stunde siegten diejenigen, welche den Reiz der alten Kirche an sich und seine Unersetzlichkeit als Glied des gesamten Stadtbildes wohl erkannt hatten und für seine Erhaltung kräftig eingetreten waren. Nun verfährt man nach dem Muster andrer Städte, die auch derartige, ihrem Zweck entfremdete Kirchen im Zentrum der Stadt nützlichen Zwecken, als Versammlungssälen, Museen, Bureaus usw., zuführten, z. B. Lübeck seine Katharinenkirche, Basel die Barfüßerkirche, Worms die Pauluskirche nebst Kloster, die Kirche der Nürnberger Burg und andre mehr.

Die Knicksicherheit der Druckgurte offener Bogenbrücken.

Von Dr.-Ing. Paul Müller.

Auf die in Heft 3, Jahrgang 1911, erhobenen Einwände des Herrn Dipl.-Ing. Briske gegen meine Arbeit über die Knicksicherheit der Druckgurte offener Bogenbrücken will ich folgendes erwidern:

Meine Umänderung der Formeln von Engesser besteht einfach darin, daß ich die Querrahmenkraft q für den Fall zweier Gurtungen ermittelte, indem ich das Verhältnis der am Ober- und Untergurt wirkenden Kräfte r_o und r_u umgekehrt proportional den dritten Potenzen der Höhen h_o und h_u setzte. Der auf diese Weise gewonnene Ausdruck für die Querrahmenkraft q wurde dann in die Formeln Engessers eingesetzt.

Daß die von mir vorgenommene Substitution

$$r_u = r_o \cdot \frac{h_u^3}{h_o^3}$$

anfechtbar ist, weiß ich selber, keinesfalls liegt aber, wie Herr Briske behaupten möchte, eine Unklarheit in meiner Abhandlung vor. Man setze z. B. nur in der Formel von Engesser

$$\alpha = \frac{2E}{Oh}\sqrt{\frac{3J_o \cdot J_v}{\lambda \cdot h}}$$

$J_o = J_o + J_u$ und $O = O + U$ und nehme ferner, nur um einen rohen Ueberschlag zu machen, $J_o = J_u$ und $O = U$ an, so folgt

$$\alpha = \frac{2E}{Oh}\sqrt{\frac{1{,}5 \cdot J_o \cdot J_r}{\lambda \cdot h}},$$

also derselbe Wert, den meine Formel für $\frac{h_o}{h_u} = 1$ liefern muß.

Herr Briske übersieht nur, daß, wenn er für die Brücke mit zwei Gurtungen $J_o = (J_o + J_u)$ setzen will, selbstverständlich dann auch $O = O + U$ einzuführen ist, wie er einige Zeilen tiefer dann wieder selbst zugibt, da doch beide Gurtungen das Bestreben haben, seitlich auszuknicken.

Aus der Ableitung des Herrn Briske ist ferner nicht recht ersichtlich, weshalb ein Ausknicken des Obergurts bei festgehaltenem Untergurt mit der Vorstellung unvereinbar sein soll. Man stelle sich nur vor, der zwischen Ober- und Untergurt liegende Teil des Ständers besitze verhältnismäßig kleines Trägheitsmoment und ferner sei die Differenz der Längen von h_o und h_u verhältnismäßig groß. Warum soll dann nicht der Obergurt für sich allein ausknicken können, zumal er auch noch die größere Druckkraft aufzunehmen hat?

Ebensowenig leuchtet „ohne weiteres" ein, daß die „Grenzpunkte" (gemeint sind diejenigen Punkte, an denen die größten Werte δ_o und δ_u auftreten) der beim Ausknicken entstehenden Wellen beider Gurtungen untereinanderfallen, da ja Wellenlänge l und Feldweite c zwei ganz verschiedene Begriffe sind. Das Einsetzen der aus den ursprünglichen Engesserschen Formeln errechneten Wellenlänge l in die neuen Formeln ist ferner eine Freiheit, die unzulässig ist, falls die errechneten Formeln Anspruch auf absolute Genauigkeit haben sollen.

Auch der Begriff des Sicherheitsgrades n scheint mir nicht richtig erkannt zu sein, da in Formel 6, Seite 239, einfach wieder die Druckkraft O mit dem Sicherheitsgrade n multipliziert wird. Ich habe schon in meiner ersten Abhandlung betont, daß diese Auffassung des Sicherheitsgrades nur für den nicht quergestützten Stab richtig ist, da bei diesem der Sicherheitsgrad und die Knickkraft durch lineares Gesetz miteinander verbunden sind. Viel einwandfreier ist die Begriffsbestimmung Dr. Dondorffs, der als Sicherheitsgrad den Quotienten aus dem wirklich vorhandenen Trägheitsmomente und dem Trägheitsmomente, welches der Knickgrenze entspricht, bezeichnet.

Alsdann erhält man auch für die absolute Größe des Sicherheitsgrades n selbst bei Berücksichtigung aller Einflüsse, auch der Querträgerelastizität, die Herr Briske in seinen Beispielen nur deswegen vernachlässigt hat, weil sonst die Werte für n gar zu klein geworden wären, Zahlen, die bei Zugrundelegung von Konstruktionsgrößen, wie sie der Wirklichkeit entsprechen, immer in der Höhe von 5 und in den meisten Fällen über 5 liegen.

Zum Schluß möchte ich bemerken, daß die von Herrn Briske gegebenen Formeln, wenn sie auch den Anschein erwecken, als ob sie eine rasche, genaue Ermittlung des Sicherheitsgrades n der Knicksicherheit der Druckgurte offener Bogenbrücken gestatteten, doch von der Wirklichkeit ebenso weit entfernt bleiben, als wie alle andern bislang existierenden Formeln, die speziell die Druckgurte von Bogenbrücken behandeln, da eine genaue Berücksichtigung des veränderlichen Trägheitsmomentes der Gurtungen, verbunden mit sprungweisem Spannungswechsel, eine Berücksichtigung der verschiedenen Quersteifigkeiten der einzelnen Rahmen, einer ev. vorliegenden Krümmung der Gurtungen und vieler andrer Faktoren eine mathematisch streng richtige Lösung ausschließt.

Der Hospitalgedanke im Mittelalter.

Von Dipl.-Ing. Leon Dunaj, Regierungsbaumeister.

Mit 3 Tafeln.

Das Hospital in vorchristlicher Zeit.

Entgegen der allgemeinen Auffassung, daß der Hospitalgedanke christlichen Ursprungs sei (siehe Haeser, Ratzinger, auch Uhlhorn, Verdier et Cattois u. a.) muß der zuerst wohl von Virchow vertretene Standpunkt der orientalischen Herkunft ins Auge gefaßt werden.

Wohl ist es richtig, daß die Gründung von Hospitälern nicht aus dem sozialen Gedanken, aus der Initiative des Staates hervorging, sondern aus rein ethischen Gesichtspunkten, abgeleitet aus den Religionen, deren Grundzug die allgemeine Gleichheit und gleiche Verantwortung vor Gott bildet. Scheidet man da die Juden aus, von denen Kaiser Julian bezeugt, daß es in ihrem Lande keine Bettler gab — für Kranke scheinen sie allerdings wenig getan zu haben —, so bleiben nur Buddhismus und Christentum übrig. Der ältere Glaube der Inder hat denn auch die ersten Bauten der Barmherzigkeit gezeitigt. Von einer Religion, deren staatlicher Vertreter, wie es in der Khalsiversion des neunten Edikts der Asokainschriften[1]) heißt, als Heilmittel gegen alle Zufälle des Lebens die „Pflichterfüllung" preist und darunter u. a. gebührendes Benehmen gegen Sklaven und Diener, Schonung der lebenden Wesen, barmherzige Behandlung der Kreaturen versteht, ist es natürlich, daß sie auch die Berufstätigkeit einzelner Zweige dieser Pflichterfüllung ausbildete. Außerdem war es gerade wegen ihrer seit Jahrhunderten unbehelligten Existenz der Staatsform Indiens möglich, diese Religionsforderung zum Grundsatze einer sozialreligiösen Regierungspolitik zu machen. So erklärt sich die in der Khalsiversion des zweiten Edikts bezeugte Gründung von Menschen- und sogar von Tierhospitälern durch den König Priyadarsin-Asoka.

Ausdrücklich bemerkt sei dabei die Tatsache, daß dieser König (Mitte des 3. Jahrhunderts v. Chr.) auch außerhalb seines Reiches Hospitäler anlegte, d. h. doch wohl an den Stellen, wo seine Untertanen wohnten oder Faktoreien besaßen, und dort, wo ein lebhafter Karawanenverkehr der Kaufleute Zentralindiens mit Ceylon und Zentralasien stattfand, was aus den Namen der angegebenen Völkerschaften hervorgeht, namentlich der Völker in der Abhängigkeit von Antiochus II.; ein Umstand, der gewisse Rückschlüsse auf den Einfluß nach Westen hin gestattet.

Angezogen sei hierbei auch die Erläuterung Bühlers, daß beide angegebenen Hospitalarten von Kaufleuten unterhalten wurden und oft große Kapitalien durch Stiftungen besaßen.

Auch ein singhalesisches Geschichtswerk, der Mahavanso[2]) zählt verschiedene Sanitätsanstalten, und zwar der Könige Pandukabhayo (437 v. Chr.) und eines seiner Nachfolger Dutthagamini († 137 v. Chr.) auf.

Die bauliche Anordnung dieser indischen „vitara" — sowohl Hospital als Herberge und Kloster bedeutend — lief auf einen Hof hinaus mit umgebenden Flügeln, wie aus einer Stelle des Radjatarangini in den Annalen von Kaschmir von Kalkhana[3]) hervorgeht: „Eine andre Favoritin, mit Namen Indravedi, baute Indravedibhanam, ein vitara, welches aus einem Quadrat mit Flügeln von Wohnungen bestand, sowie eine Stupa". Es scheinen sich hier also schon die Anfänge des spätern Klausurgedankens zu zeigen.

Daß die buddhistischen Wohlfahrtseinrichtungen stark auf die späteren des Christentums eingewirkt haben, erscheint unfraglich, denn während der Uebergang der antiken Erscheinungsformen in den beiden ersten Jahrhunderten n. Chr. sich noch allmählich vollzog, machte sich die große Kluft zwischen der antiken und christlichen Denkweise hinsichtlich der staatlichen und privaten Nächstenfürsorge erst um die Wende des 3. Jahrhunderts bemerkbar, als durch engern Kontakt mit orientalischen religiösen und philosophischen Gedanken ein gut Stück sozialer Anschauungsweise des Orients ins Christentum hinübergeglitten war.

Manche Anregung erhielt die christliche Zeit allerdings auch vom Römertum. So hatten schon Valentinian I. und Diokletian der infolge der Armut überhandnehmenden Kinderaussetzung durch Gesetz zu steuern gesucht, worauf Konstantin bedürftigen Eltern Staatsbeihilfen zur Erziehung der Kinder gewährte. Als das alles nichts half, wurde man auf das einzige Mittel, die Errichtung von Findelhäusern, direkt gestoßen.

Ob und wie weit unter der römischen Herrschaft die bei den Aeskulaptempeln aufgefundenen Hallen für Kranke bestimmt waren, steht noch nicht genau fest. Dahin steht auch, ob das Gebäude des Kaisers Antonin beim Aeskulaptempel in Epidaurus — Pausanias Kap. XXVII — zur Aufnahme von Kranken und von Frauen bei ihrer Niederkunft nicht auch eine Art Hospital gewesen ist; doch möchte man wohl der Meinung sein, daß staatlich so hoch stehende Völker wie die Griechen und Römer derartige Einrichtungen besaßen, namentlich da ihre staatlichen und geschäftlichen Beziehungen zu den stammverwandten vorderasiatischen Völkern sehr rege waren. Allerdings wird von Kennern des Altertums versichert, daß die Griechen den Hospitalbegriff nicht kannten, da das Wort Nosocomium sich erst bei Hieronymus und Isidorus, aber nicht bei griechischen Schriftstellern finde. Die klassische Antike in die Entwicklung dieser Seite des sozialen Gedankens hineinzuziehen, muß daher unterbleiben, bis genauere Untersuchungen und Ausgrabungen sicheren Anhalt bieten.

Das Hospital in frühchristlicher Zeit.

Einen gewaltigen Aufschwung nahm die Hospitalentwicklung dagegen mit dem Aufkommen des Christentums; und zwar bildete sich aus den sechs Werken der Barmherzigkeit — Matthäus 25, Kap. 35 und 36 — zu denen später als siebentes das Begraben hinzukam, aus bestimmtem Grunde der Herbergsgedanke als besonderer Zweig der Mildtätigkeit zuerst aus. Hierbei handelte es sich um eine seit langem bestehende Wohlfahrtseinrichtung, die durchaus nicht rein christlichen Charakter trug und daher die Mißgunst der Staatsbehörden nicht herausforderte. Sie bedeutete nur ein Ausbauen der alten Gastfreundschaft; konnten doch die Bischöfe, in deren Häusern ursprünglich die Fremdenherbergen sich befanden[1]), als hospites angesehen werden, die ihre Klienten einander zur Aufnahme empfahlen.

Eine umfassendere Ausbildung erfuhr die Herbergsidee dann in Palästina, wo das Pilgern zum Grabe Christi bald einsetzte. Viele der nach der Zerstörung des Tempels

[1]) Bühler: Beiträge zur Erklärung der Asokainschriften in „Zeitschrift der deutsch-morgenländischen Gesellschaft", Band 37 (1883).

[2]) The Mahavanso, edited by G. Turner, Ceylon 1837.

[3]) Heusinger: Die Medizin in Ceylon in Henschels Janus I (1846).

[1]) Coyecque, l'hôtel-Dieu de Paris au moyen-âge, Paris, 1888—91, S. 22 und andere.

vertriebenen Juden kehrten getauft zurück. Mittellos geworden, waren sie häufig auf fremde Hilfe angewiesen, die ihnen hier, an den Stätten, da Jesus von Nazareth seine Lehre verkündigt hatte, nun schon auf der Basis mitleidiger Nächstenliebe gewährt werden konnte. Die weiten 150 v. Chr. von Hyrkan errichteten Bauten wurden [1]) zu Herbergszwecken und zur Aufnahme der zurückgekehrten Vertriebenen eingerichtet.

Hand in Hand mit der Herbergsentwickelung ging die Hausarmenpflege, die vom Bischof, unterstützt von den Diakonen (Diakonissinnen) und den später verschwindenden Parabolanen, ausgeübt wurde. Die zur Unterhaltung und Unterstützung der Armen und Kranken notwendigen Mittel, die meist freiwillig, oft auch durch außerordentliche Beisteuern an den Bischof bzw. die dazu beauftragten Diakonen einkamen, bedurften einer geregelten Verwaltung, deren wichtigste Punkte auf verschiedenen Synoden festgelegt wurden.

Um dieselbe jedoch sparsam und übersichtlich zu gestalten, mußte es die Sache selbst mit sich bringen, daß die Kranken nicht mehr zu Hause, sondern in besondern Gebäuden verpflegt wurden. So entstanden in den Gemeinden Hospitäler, Stätten einer geregelten Armen- und Krankenpflege, die „Xenodochien“ genannt wurden, entsprechend ihrer Entstehung aus den Gepflogenheiten der Gastfreundschaft. Begünstigt wurde diese Umwandlung dadurch, daß zur gleichen Zeit die Absonderung der Fremdenaufnahme im Hause des Bischofs vor sich ging, da dessen erhöhten Dienstobliegenheiten diejenigen Pflichten und die zu ihrer Erfüllung nötigen Räume weichen mußten, deren Abtrennung keine wesentlichen Nachteile bringen konnte. Die Oberaufsicht des Bischofs verblieb jedoch den so entstandenen Laienanlagen.

Die normale Weiterbildung wäre nun gewesen, wenn der Staat die Angelegenheit in die Hand genommen hätte. In eben der Zeit, in der Basilius seine gewaltige Anlage von Caesarea schuf, wollte auch der damalige Kaiser die Sache verfolgen, in gleicher Weise, wie er sich der Schulen als Staatsanstalten annahm — Julian. Doch mußte er erfahren, daß seine Zeit seinem Gedanken, den Staat in den Dienst der Nächstenliebe zu stellen und dadurch das Wirken der Christengemeinden zu überbieten, wenig Verständnis entgegenbrachte. Dagegen entwickelte die private und gemeindliche Liebestätigkeit sich in hohem Grade.

Nach Artikel 70 des Konzils zu Nicaea sollten Xenodochien in jeder Stadt eingerichtet werden. Daß dies allerdings nur ein frommer Wunsch war, liegt auf der Hand; jedoch entstanden recht häufig selbst größere Anstalten, in Rom die erste 380 von einer Frau Fabiola gegründet, in Jerusalem und Bethlehem die des Hieronymus und seiner Zeitgenossin Paula. Justinian ließ in Konstantinopel ein Hospital für Jerusalem-Pilger errichten, Belisar zu demselben Zwecke eins auf der via Flaminia. In Frankreich entstanden die ersten Xenodochien 549 in Lyon durch König Childebert und seine Gemahlin Ostrogotho und 651 in Paris durch den heil. Landry.

Das berühmteste ist das bereits erwähnte Xenodochium des Basilius von Caesarea, gegründet um 370. Von ihm hat uns Gregor von Nazianz, der es als ein Weltwunder bezeichnete, eine allgemeine Darstellung hinterlassen als einer völlig ausgebildeten Stadt mit Straßen um eine Kirche herum. Bei dieser Anlage hat sich die ursprüngliche, im Worte Xenodochium = Herberge zum Ausdruck kommende Idee der reinen Fremdenaufnahme bereits soweit gewandelt, daß die stets mit dem Sammelwort „Xenodochium“ bezeichnete Anlage keine Art von Elend ausschloß, insofern es u. a. Heime für Greise, Matronen, bußfertige Dirnen, Wöchnerinnen, ja selbst Stumme und

[1]) Martin-Doisy: l'histoire de la charité pendants les quatre premiers siècles de l'ère chrétienne, Liège 1851, S. 101.

Irre gab, und dies alles in dem großen stadtähnlichen Gesamtplan streng voneinander geschieden.

Dieser allgemeinen Aufgabe einer streng zentralen Ausübung der Hilfstätigkeit konnten jedoch nur die Anlagen der ersten Jahrhunderte genügen. Als um die zweite Hälfte des ersten Jahrtausends das Elend dank der verworrenen politischen Verhältnisse, welche die Umgestaltung der römischen Weltherrschaft mit sich brachte, sich in gewaltigem Umfange steigerte, drängte sich von selbst die Dezentralisationsidee auf, so daß für jede Art von Unglück getrennte Hilfs- und Heilanstalten entstanden. So gab es zu Justinians Zeiten die verschiedensten Arten, da in seiner Gesetzgebung die Namen: Xenodochium, Nosocomium (Krankenhaus), Cherotropheum (Witwenhaus), Orphanotropheum (Waisenhaus), Brephotropheum (Findelhaus), Gerontocomium (Altmännerhaus) erwähnt werden. Auch in den beiden folgenden Jahrhunderten, als nach dem großen Aufschwung des Hospitalgedankens sich allmählich der Rückschlag zeigte, blieb das Xenodochium zumeist nicht nur für Fremde, sondern auch für Kranke zugänglich. So bezeugt es z. B. Paulus Diaconus [1]) 625 von einem um 580 gegründeten spanischen Hospital des Bischofs Masona, eines Goten, der aber im Orient gebildet war und seine Anstalt mit für jene Zeit sehr weitgehender Liberalität Christen und Juden offen hielt.

Die Größe der ältesten Anstalten war natürlich verschieden, je nach ihrer Art und Bestimmung. Klein waren die Diakonien, später matriculae genannten Häuser für die Bezirksarmen, oft untergebracht in durch Stiftung überlassenen Privathäusern.

Aus der Größe des Pflegepersonals und der überlieferten Anzahl der jährlich verpflegten Armen und Kranken einen Schluß auf den Umfang der Anstalt selbst zu tun, erscheint unzulässig, da die damaligen Schriftsteller zur höheren Ehre Gottes oder zum Lobe der frommen Stifter ohne böse Absicht schönfärbten.

Meist waren die Wohnungen der Pilger, Armen und Kranken, ebenso wie die des Klerus (monasteria) ohne Plan als Nebengebäude an die Kirche angeschachtelt, so bei den Anlagen in Kalat-Seman, Kerbet-Hass, in el Barah usw. [2]), auch bei St. Peter in Rom [3]) (Abb. 1). Sie zeigen daher eine willkürliche Anordnung als einzelne Räume, geteilt oder ungeteilt, größer und kleiner, als Säle ohne bestimmt zu erkennende Disposition.

Planvoller war schon die Anlage vor der Marienkirche Justinians in Jerusalem. Hier dehnte sich der Platz vor dem Atrium zu zwei Halbkreisen aus, auf denen einerseits ein Pilgerhaus, andrerseits ein Krankenhaus lag: ἅτερος μὲν ξένοις ἐνδημοῦσι καταλυτήριον, ὁ δὲ ἕτερος ἀναπαυστήριον νοσοῦσι πτωχοῖς. [4])

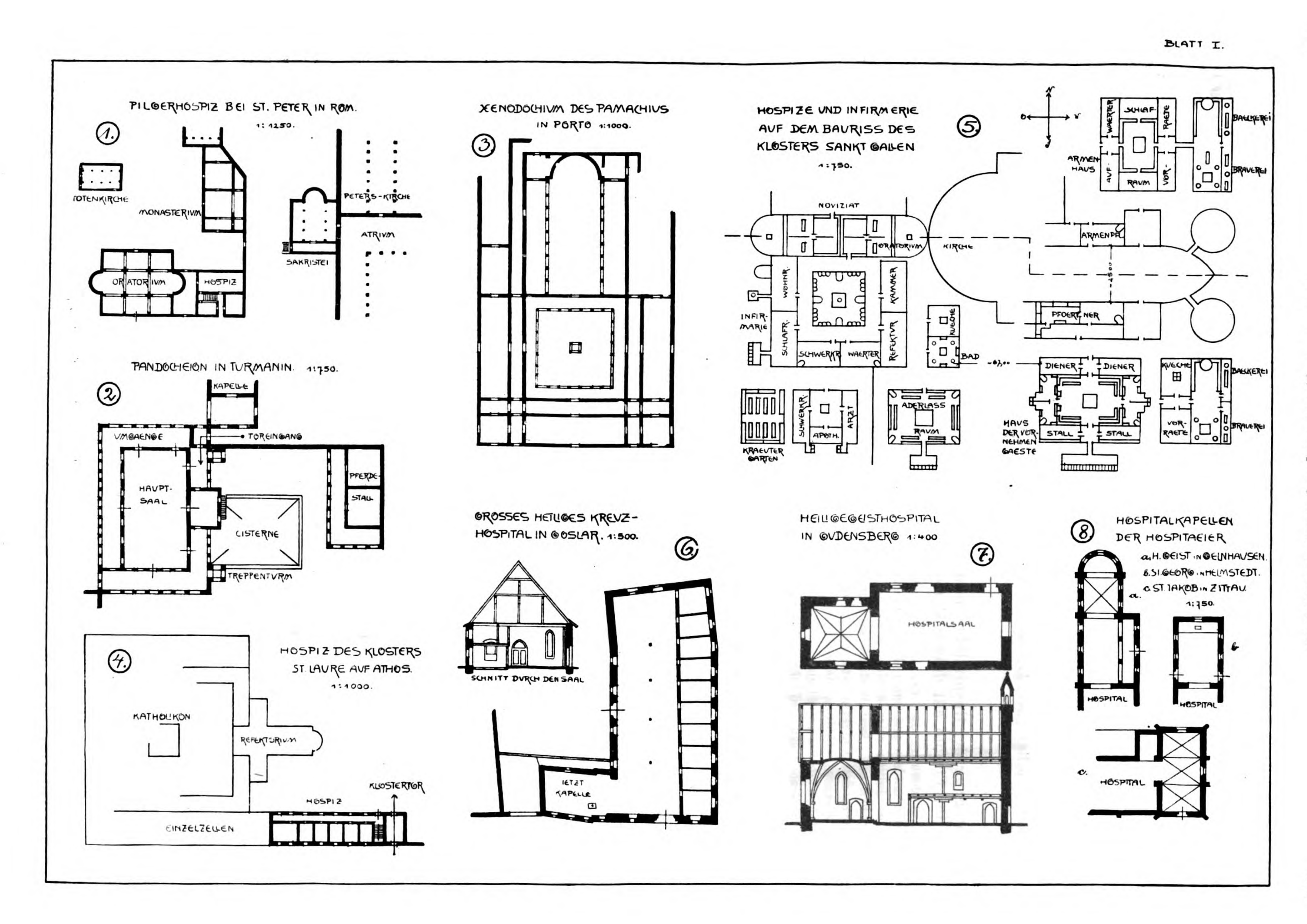
Eine Grundrißklärung und das Entwickeln eines einheitlichen Baugedankens läßt das Xenodochium in Turmanin erkennen (Abb. 2). In zwei Geschossen umgeben offene, aber geschützte breite Korridore den Hauptsaal von stattlichen Abmessungen, ihm zugleich Luft und Licht gewährend. Treppentürme führen außen ins obere Stockwerk. Welchen Zweck der eine größere, den Umgang unterbrechende Raum gehabt hat, wird sich schwer nachweisen lassen. Wahrscheinlich war er den vornehmern Fremden vorbehalten oder diente der Dienerschaft als Aufenthaltsraum. In unmittelbarer Nähe befanden sich die in jenen Gegenden unvermeidliche Zisterne und durch

[1]) Text bei Ratzinger: Geschichte der kirchlichen Armenpflege, Freiburg 1884, S. 178, nach Florez, España Sagrada.

[2]) Holtzinger: Handbuch der altchristlichen Architektur, Stuttgart 1889, S. 207.

[3]) Bunsen, nach der Alfaranischen Handschrift, abgebildet bei Gutensohn, Die Basiliken des christlichen Roms, München, Taf. I.

[4]) Holtzinger, S. 206, nach Procop. de aedif. Justin. V. 6.


BLATT I.
1. PILGERHOSPIZ BEI ST. PETER IN ROM. 1:1250.
TOTENKIRCHE
MONASTERIUM
ORATORIUM
HOSPIZ
PETERS-KIRCHE
ATRIUM
SAKRISTEI
3. XENODOCHIUM DES PAMACHIUS IN PORTO 1:1000.
5. HOSPIZE UND INFIRMERIE AUF DEM BAURISS DES KLOSTERS SANKT GALLEN 1:750.
NOVIZIAT
ORATORIUM
KIRCHE
WOHNR.
SCHLAFR.
INFIR-MARIE
SCHWERKR.
WAERTER
KAMMER
REFEKTUR
KUECHE
BAD
KRAEUTER GARTEN
ARZT
APOTH.
ADERLASS
RAUM
ARMENHAUS
ARMEN-HAUS
WAERTER
SCHLAF-
RAEUME
AUF-
RAUM
VOR-
BACKEREI
BRAUEREI
PFOERTNER
DIENER
STALL
HAUS DER VORNEHMEN GAESTE
VOR-RAETE
2. PANDOCHEION IN TURMANIN. 1:750.
KAPELLE
UMGAENGE
TOREINGANG
HAUPT-SAAL
CISTERNE
TREPPENTURM
PFERDE-STALL
6. GROSSES HEILIGES KREUZ-HOSPITAL IN GOSLAR. 1:500.
SCHNITT DURCH DEN SAAL
JETZT KAPELLE
7. HEILIGEGEISTHOSPITAL IN GUDENSBERG 1:400
HOSPITALSAAL
8. HOSPITALKAPELLEN DER HOSPITAELER
a. H. GEIST IN GELNHAUSEN.
b. ST. GEORG IN HELMSTEDT.
c. ST. JAKOB IN ZITTAU.
1:750.
HOSPITAL
4. HOSPIZ DES KLOSTERS ST. LAURE AUF ATHOS. 1:1000.
KATHOLIKON
REFEKTORIUM
HOSPIZ
KLOSTERTOR
EINZELZELLEN

den Hof getrennt die Stallungen. Alles dies in direktem Zusammenhang mit der Kirche.

Tritt hier der umlaufende bedeckte Gang als wichtiges Bauglied auf, so zeigt der Grundriß des Xenodochiums in Porto (Abb. 3), vom Ende des 4. Jahrhunderts einen weiteren bedeutsamen Baugedanken, insofern hier die einzelnen saalartigen Räume, durch herumlaufende Korridore miteinander verbunden, rings um das Atrium der zugehörigen Basilika gelegt und so mit der Kirche in den engsten Zusammenhang gebracht sind. Auf den ersten Blick bemerkt man die planvolle Gestaltung des Grundrisses, der an Klarheit jedenfalls nichts zu wünschen übrig läßt. Auf seine weitere Ausbildung werde ich s. Z. noch zurückkommen müssen.

Charakteristisch für alle Anlagen ist die Nähe einer Kirche oder Kapelle: ξένων ἐστὶ κοινὸν οἴκημα ὑπὸ τῆς ἐκκλησίας[1]).

Der Uebergang der Hospitalidee an das Kloster und ihr Einfluß auf dessen Bauschema.

Der Aufschwung, den der Hospitalgedanke bis zum sechsten Jahrhundert genommen hatte, flaute aber später stark ab; in Gallien wurden die Hospitäler als Lehen an Laien verliehen und ihrer Bestimmung entzogen. Einzig den Hospizen, den Unterkunftstätten an den Landstraßen blieb das Interesse erhalten, da mit den in Zunahme befindlichen Pilgerfahrten nach Rom der Kirche daran gelegen war, diesen Wanderern auf ihrer beschwerlichen Reise nach Möglichkeit sicheren Schutz und hinlängliche Unterkunft zu gewähren.

Aus demselben Grunde entstanden die Hospize der einzelnen Stationen im Borgo-Stadtteil, unweit der Petersbasilika, in Rom. Das bekannteste ist das der Sachsen (hospitium in Sassia), das spätere Mutterhaus des Heiligegeist-Ordens.

Wohl suchten die verschiedensten Konzilien dem Verfall Einhalt zu tun und setzten strenge Strafen auf das Antasten der Rechte eines Xenodochiums fest. Das nutzte wenig; selbst Karls des Großen Initiative konnte daran nichts ändern. Zwar baute er selbst Herbergen[2]), regte auch in seinen Kapitularien[3]) zur Gründung neuer Gemeindehospitäler an. Doch dem mangelnden Verständnis seiner Zeit konnte er sich ebensowenig entgegenstemmen wie früher Julian.

So ging denn der Hospitalgedanke auf die Klöster und Kanonikatstifte über, nachdem Chrodegang von Metz 754 neue Regeln für das Verhalten und die Pflichten der Kleriker aufgestellt hatte, die 817 auf dem Aachener Konzil als Mönchsstatut allgemein verbindlich gemacht wurden. Demgemäß sollte neben jedem Kloster ein Xenodochium liegen. In der Tat lagen die Bedingungen hierfür sehr günstig, da gerade die Klöster zur Krankenpflege berufene Stätten waren; beschäftigten die Mönche sich doch mit alten Schriften, lasen Hippokrates und Galen und verrichteten — siehe die bezügliche Schrift des heil. Augustin! — ihre Arbeit nicht um des Gewinnes wegen, sondern um der Not der Erwerbsunfähigen steuern zu können. So ist es erklärlich, daß sich die Begriffe Xenodochium und Monasterium anfänglich vermischten. Uhlhorn[4]) gibt ein Beispiel an, wo von zwei ein asketisches Leben beschließenden Brüdern der eine sein Hab und Gut der Kirche und den Armen schenkt und als Mönch lebt, während der andre ein „Monasterium" baut und dort

[1]) Chrysostom. Act. Ap. hom. 45.

[2]) Wortlaut in Acta St. ord. Bened.

[3]) Capit. Car. Magn. I, Kap. 75, s. auch epist. Alcuini ad Car. Mag. nach Ducange: Glossarien, art. hospitale.

[4]) Uhlhorn: Die christliche Liebestätigkeit in der alten Kirche, Stuttgart 1882, S. 329.

mit Freunden Fremde aufnimmt, Kranke pflegt, Greise versorgt, Arme speist, kurz ein Xenodochium unterhält.

In Anbetracht dieser anfänglichen Gleichstellung beider geistlichen Anlagen kann ich nicht umhin, der Vermutung Ausdruck zu geben, daß das Kloster manche Eigentümlichkeiten der ältern Hospitalidee aufgegriffen und für die Gestaltung des eignen Grundrisses benutzt hat.

Daß der Grundtyp des abendländischen Klosters erst später ausgebildet wurde, die ersten Benediktinerklöster stark vom Orient und seiner Einzelzellenanlage beeinflußt waren, beweist z. B. eine Stelle aus der Lebensbeschreibung des heil. Gallus[1]), wo von der ersten Klostergründung St. Gallens folgendermaßen die Rede ist: „St. Gallus . . . factoque oratoriolo et dispositis in gyro cellulis . . . decem deinde annos exegit." Dem nach alten Chroniken und Ueberlieferungen schreibenden Chronisten war also der Unterschied der ersten Einzelzellenanlage vom spätern Kloster deutlich bewußt.

Meines Wissens ist für die Entstehung der geschlossenen gemeinsamen Klausur noch keine eindeutige Erklärung geliefert worden. Schlosser[2]) weist die französische Erklärung aus dem römischen Atrium überzeugend zurück und glaubt den Ursprung der Klausur in den Klerikerklöstern — monasterien — des 5. bis 8. Jahrhunderts gefunden zu haben, die nach den beweiskräftigen Untersuchungen Wickhoffs[3]) kleine, meist an die Süd- oder Nordseite des Atriums vor der Ekklesia angebaute Klöster für den Klerus darstellten. Diese Erklärung erscheint mir gleichfalls als irrig. Das dem abendländischen Kloster Eigentümliche ist, daß die sämtlichen Gebäude für das gemeinsame Klosterleben (coenobium) durch den Kreuzgang zusammengefaßt und vom sonstigen kirchlichen Verkehr geschieden wurden. Diesen grundlegenden Zusammenfassungsgedanken wiesen aber obige Monasterien nirgend auf. Sie stellten vielmehr nur Anlagen dar, die, da sie in der Nähe der Kirche liegen mußten, sich zum Teil an den Portikus des Atriums anlehnten, aber, wie gerade das von Schlosser angezogene Kloster in Theveste[4]) beweist, sich als eine Aneinanderreihung von Einzelzellen um die Kirche herum in der Hauptsache darstellten. Der Portikus diente dabei immer noch als Atrium, war vom Kloster, das gegen ihn verschlossen war[5]), unabhängig und blieb die Verbindung mit der Kirche für alle Laienkirchgänger, für die stets der Westeingang offen bleiben mußte. Auch aus der Tatsache, daß oft an einer Seite des Atriums ein Monasterium für Männer, auf der andern eins für Frauen angeschlossen war, kann man dem Atrium einer solchen Anlage mehr eine trennende als zusammenfassende Rolle zuweisen.

Die Ableitung der Klausur um den Kreuzgang aus einem ältern Grundrißtyp kann nur aus einer Bauform gewonnen werden, die in gleicher Weise einen an die Kirche unmittelbar anschließenden Kreuzhof aufweist, der von allen Seiten von Gebäuden umgeben und dem Laienverkehr in die Kirche vollständig entzogen war. Einen solchen Typ weist aber lediglich das Xenodochium auf, am klarsten das oben erwähnte des Pammachius in Porto — dem Hafen von Rom (Abb. 3). Hier ist der Typ durchaus der dem Kloster gleiche, nur daß das letztere, um den allgemeinen Verkehr in die Kirche zu ermöglichen, gewöhnlich an die Süd- oder Nordseite derselben

[1]) Jodok. Metzler: De viris illustr. II., S. 495 bei Petz, thes. anect. novissim., Augsburg 1721, I. p. III.

[2]) S. Schlosser: Die abendländische Klosteranlage des frühen Mittelalters, Wien 1889.

[3]) Fr. Wickhoff: Die Monasteria des Agnellus in Mitteilungen des Instituts für österreichische Geschichtsforschung, Innsbruck 1888.

[4]) Abbildung bei Lenoir, archit. monast., Paris 1852—56, II, S. 482.

[5]) Wickhoff, S. 39, nach Agnellus p. 357, c. 121.

gerückt wird. Daß aber auch der Klosteranlage an der Westseite nichts Wesentliches entgegenstand, beweist z. B. die westliche Anlage bei einer der ältesten erhaltenen deutschen Kirchen, St. Maria im Kapitol zu Köln.

Ob außer der Grundrißanordnung auch der Kreuzgang selbst älteren Hospitalanlagen entnommen wurde, wird sich schwer nachweisen lassen. Seine Form, deren Entstehung schon Viollet[1]) unaufgeklärt erscheint, läßt auf eine Beziehung zum Hospital schließen.

Das älteste bekannte Beispiel eines abendländischen Kreuzgangs findet sich meines Wissens auf dem St. Gallener Klosterplan. Hier weist er in der Mitte jedes Flügels eine Tür auf mit je vier Rundbogenöffnungen beiderseits, die das Eigentümliche haben, daß ihre Säulen oder Pfeiler nicht wie in der Antike auf dem Boden, sondern auf einer Brüstung stehen, wie der Größenunterschied in der Zeichnung kund tut. Genau denselben Kreuzgang weist aber auch die Infirmarie auf (Abb. 5). Das Kloster hätte die Abtrennung vom Fußboden nicht nötig gehabt, sondern einfach die antiken Hofumgänge der altchristlichen Palatien übernommen, wie sie z. B. das Mosaik vom Theoderich-Palast in Ravenna noch zeigt, und wie sie auch die älteren orientalischen Klöster, z. B. in Schakka[2]) aufweisen. Für die Kranken dagegen war ein Schutz gegen Eindringen von Nässe in die als Liegehallen dienenden Umgänge durch Anordnung geschlossener Brüstungen eine Notwendigkeit.

Zudem ist nicht zu verkennen, daß überhaupt das Prinzip der ringsumlaufenden nach dem Hofe sich öffnenden Hallen aus dem Oriente stammt, wie z. B. die von Le Vogüé[3]) veröffentlichten Grundrisse alter zentralsyrischer Privathäuser erkennen lassen.

Anzuziehen ist hier auch die den mittelalterlichen Lauben entsprechende Anordnung der Straßen in Palmyra, wo der den Fußsteig bildende Portikus und das Wohnhaus unter demselben Dache liegen.

Auch aus der Schilderung des Teiches Bethesda bei Jerusalem, der von fünf bedeckten Gängen umgeben war, ist das Prinzip der Wandelhalle ersichtlich.

Vom orientalischen Kloster hat das des Abendlandes, so ähnlich es ihm anfangs sein mochte, bei seiner Weiterbildung nichts übernommen. Dort bestand das coenobium aus einzelnen Gebäuden, die nur durch das äußerliche Band einer Ringmauer mit der Kirche, ihrem Mittelpunkte, zusammengehalten wurden, ohne aber im geringsten eine geschlossene Anlage im Sinne der abendländischen Klöster zu bilden.

Das Xenodochium eines solchen Klosters (St. Laure auf Athos) bestand (Abb. 4) aus einer Reihe von kleineren Einzelzimmern und einem größeren Raum für vornehmere Fremde, alles durch einen Korridor zugänglich gemacht. Die ganze Anlage war unmittelbar neben dem Klostertor belegen.

Die Ausbildung der Hospitalidee beim Kloster.

Nachdem die letzten Reste der selbständigen Xenodochien im Kloster aufgegangen waren, mußte sich der ursprüngliche Herbergsgedanke eine Umformung gefallen lassen. Die auf der Klosterregel beruhende Gastfreundschaft gegen Reisende, die aber[4]) beschränkt und auf Zeit ausgesetzt werden konnte, verlangte für die Aufzunehmenden Anlagen, und zwar solche für vornehme Gäste und für Arme. Außerdem war auf dem Aachener Konzil von 817 Kap. 58[5]) festgesetzt, daß für die durchreisenden fremden Mönche neben der Kirche ein Obdach vorhanden sein mußte.

[1]) Viollet-le-duc: diction. rais. de l'arch., Bd. III, Paris 1868, S. 413.

[2]) Abbildung bei Holtzinger, S. 210.

[3]) Le Vogüé, la Syrie centrale, Paris 1865—77, II, S. 80 ff.

[4]) Keiblinger: Geschichte des Benediktiner-Stifts Melk, Wien 1851—69, S. 385.

[5]) Cap. Aquisgranense in vetus discipl. mon., von Hergott, Paris 1726.

Von diesem abgesehen, bedurfte demnach das Kloster 1. für die vornehmen Fremden eines domus hospitum an einem abgeschlossenen Orte an der Pforte, 2. eines hospitale pauperum außerhalb der Klausur für die Armen und Pilger (nur bei Frauenklöstern konnte für altersschwache Weiber und Witwen innerhalb der Klausur Wohnung und Verpflegung gewährt werden[1]), 3. der Infirmarie für die kranken Mönche, als einzigen Restes der altchristlichen Krankenfürsorge. Für sie war nach der Regel des Isidorus Hispalensis[2]) die Bestimmung maßgebend, daß „locus aegrotantium remotus erit a basilica vel cellulis fratrum, ut nulla inquietudine vel clamoribus impediantur“.

Bei kleineren Klöstern waren übrigens alle drei Arten in einem Gebäude vereinigt, das dann hospitale hieß, aber mit einem Krankenhaus im heutigen Sinne nicht verwechselt werden darf.

Aus dem domus hospitum, dem Fremdenhaus, wurde später das Gasthaus, das nicht mehr an der Pforte zu liegen brauchte, sondern meist in der Nähe der Abtei lag und mit letzterer gemeinsame Küche hatte.

Die Infirmarien hatten stets besondere — meist der heil. Maria geweihte — Kapellen; die hospitien jedoch ursprünglich nicht, nur vereinzelt scheint eine besondere Kapellenanlage am Tore vorhanden gewesen zu sein, wie die Chronik von Subiaco nach Muratori andeutet, wo von dem Klostertor die Rede ist, „super quam construxit ecclesiam et iuxta domum amplam ad venientium susceptionem fecit“.

Erhalten wurde die Einrichtung der drei Hospitalgattungen dadurch, daß nach Aachener Beschluß ihnen von allen Einnahmen der Zehnte zufallen sollte. Einen großen Teil hiervon verschlang allerdings die Eleemosynaria, das Almosenhaus, aus dem den Armen Speise und Trank gewährt wurde, und dessen Vorsteher die Pflicht hatte, alle acht Tage die Hausarmen und die „qui alicubi pauperes iacent aegroti[3])“ zu besuchen und ihnen nach Möglichkeit zu helfen. In dieser Fassung ging also auch die altchristliche Hausarmenpflege an die Klöster über.

Die aufschlußgebende Darlegung über die bauliche Ausbildung obiger Anlagen in der Karolingerzeit bietet der bekannte Plan des Klosters St. Gallen vom Jahre 820[4]) als vollkommenster Niederschlag der in der Benediktinerregel enthaltenen Baugedanken (Abb. 5).

Nördlich und südlich des Kirchennartex liegen das domus hospitum und das hospitium pauperum, beide nach demselben Typ gebaut, der sich übrigens auch beim Gärtnerhaus findet. Inwieweit dies Schema überhaupt für das fränkisch-alemannische Haus typisch ist, und wie weit sein Einfluß auf die Ausbildung des heutigen Bauernhauses jener Gegend von Einfluß war, soll hier nicht berührt werden.

Beide Häuser schließen einen fensterlosen Hauptraum ein, der von einem Oberlicht (testudo) beleuchtet ist und als Tagesraum bzw. beim Haus der vornehmen Gäste als Speisesaal dient und infolgedessen mit Bänken und Tischen versehen ist. In seiner ganzen Breite liegen neben ihm beiderseits Schlafräume, die beim Haus der Vornehmen durch Oefen erwärmt werden, während die Vorder- und Rückfront dreiteilig ausgebildet ist. Auf der Eingangsseite liegt in der Mitte ein Vorraum mit je einem Aufwärtergelaß daneben, während auf der Rückfront dem Vorraum entsprechend eine Verbindungskammer den Ueber-

[1]) Lat. Text bei Ratzinger nach der Regel des Amalarius.

[2]) Schlosser, S. 10, nach Holstenius, cod. regul. I., 188.

[3]) Hergott: Vetus disciplina monastica, Paris 1726, ordo Cluniac.

[4]) Wiedergegeben von F. Keller: Der Baurіß des Klosters St. Gallen, Zürich 1844.

gang bildet, bei dem Hause der vornehmen Gäste zu den Aborten, bei dem Armenhause zu dem Wirtschaftsgebäude. Zu beiden Seiten dieser Verbindungskammern ergänzen je eine Kammer beim Armenhause und ein Stall beim domus hospitum das Gasthaus zum Rechteck. Unter obiger Kammer (camera) dürfte wohl, rückschließend aus späteren Benediktineranlagen, ein Vorratsraum, ein promptuarium, zu verstehen sein, aus deren Bestand die Almosen an die armen Passanten verteilt wurden. Verbunden mit beiden Gebäuden ist je ein Wirtschaftsgebäude mit Brauerei samt Kühlraum und Bäckerei. Das domus hospitum hat auch besondere Küche und Vorratsraum.

Auffallend ist beim Armenhaus der Mangel von Aborten, weniger der einer besonderen Küche, wegen der geringen Entfernung von der des anderen Gasthauses. Da die Schlafräume des Armenhauses keine Einzeichnung von Betten aufweisen, ist anzunehmen, daß hier für die Nächtenden Strohlager auf dem Fußboden vorgesehen waren.

Die 18 Abortsitze des vornehmen Gasthauses lassen auf eine sehr zahlreiche Dienerschaft schließen; die Ställe scheinen für etwa 14 Pferde berechnet zu sein.

Symmetrisch wie diese beiden Anlagen liegen ihnen gegenüber neben der seitlichen Kirchenmauer die Wohnung des Pförtners, bestehend aus Schlaf- und heizbarem Wohnzimmer nebst Abort, und das heizbare Wohn- und zugleich Schlafgemach des Armenpflegers, dem das Amt oblag, aus den Vorratskammern Almosen zu verteilen. Des Pförtners Aufgabe war dagegen, neben seiner Schließertätigkeit, der Empfang und die Bedienung der vornehmen Gäste, in welcher Arbeit ihn seine Famuli unterstützten, die, wie die eingezeichneten Betten zeigen, sein Wohn- und Schlafgemach teilten.

An der äußeren Kirchenwand, zwischen dem nördlichen Seiten- und Querschiff liegt der Wohn- und Schlafraum der im Kloster vorsprechenden fremden Mönche.

Getrennt von dem sonstigen Klostergetriebe liegt im Nordosten der Anlage die Infirmarie, vollkommen als kleine Klausur mit Kreuzgang um einen Innenhof mit Brunnen ausgebildet, symmetrisch zum Noviziat. Die Trennung beider Gebäude bildet die Doppelkirche St. Mariae, die als Kranken- und Schulkirche in symmetrische Hälften geteilt ist und ein kurzes Schiff mit halbrunder Apsis aufweist. Zweckmäßig liegt neben dem Hofeingang der Westseite eine Kammer, die, rückschließend aus der disciplina Farfensis, wohl zur Aufbewahrung und zum Waschen von Geschirr, als Vorrats- und Wegstellraum benutzt wurde. Im Einklang damit steht die Anordnung des gemeinsamen Speisezimmers daneben, gegenüber der Küche, die mit dem Badehause unter einem Dache liegt. Die Nordseite nehmen das gemeinsame Schlafgemach nebst dem Abortanbau und die Wärmstube ein.

Aus dieser ganzen Anordnung der wichtigsten Klausurteile läßt sich erkennen, daß der Bau vor allem für die altersschwachen und siechen Mönche bestimmt war, die sich allen Bestimmungen der strengen Klosterregel nicht mehr unterwerfen konnten.

Für die wirklich kranken Mönche liegt auf der Nordseite ein besonderes Zimmer mit Wärterraum. Alles in allem eine sorgfältig überlegte Anordnung, die noch dadurch gehoben wird, daß neben dieser Infirmarie, durch eine Hecke von ihr getrennt, sich ein zweites, kleineres Gebäude befindet, das lediglich zur Unterbringung Schwerkranker bestimmt ist und daher nur mit der Wohnung des Arztes und der Apotheke unter einem Dache liegt. Oestlich grenzt daran der Kräutergarten.

Seltsam erscheint zunächst ein danebenliegendes Gebäude von etwa 160 qm Grundfläche, dessen einziger Raum, von vier Oefen beheizt, mit zwölf Bänken und vier Abortsitzen versehen, zum Einnehmen von Abführmitteln und zum Aderlassen bestimmt ist. Die Geräumigkeit und Ausstattung dieses Raumes ist nur durch die Tatsache erklärlich, daß in jener Zeit Purgative und Aderlaß die für alles angewandten Heilmittel waren.

Der Maßstab der einzelnen Gebäude ist leider nicht genau anzugeben, da die einzigen eingeschriebenen Maße, der Kirche, sich teilweise widersprechen. Unter Richtigkeitsannahme der angegebenen Kirchenschiffsbreiten, die mit der Angabe der Säulenentfernung des Paradieses übereinstimmen und insofern bekräftigt werden, als hiermit die Bettenlänge mit 6 Fuß und der Klausurkreuzgang mit 4 m sich angemessen ergeben, würden die einzelnen Räume der beiden Gasthäuser etwa 30 qm und die der Infirmarie 55 qm betragen. Die Küchen hätten dann die angemessene Grundfläche von 39 qm, der Infirmarienkreuzgang die Breite von 3 m und das Oratorium derselben die von 8 m.

Die Weiterentwicklung der Klosterhospitäler ist aus der „disciplina Farfensis" des Mönchs Guido[1]) ersichtlich, eines Schülers des Abts Hugo von Farfa, geschrieben um 1040. Legt der St. Gallener Idealplan Hauptwert auf die Ausgestaltung der Infirmarie, so bildet das Kloster Farfa durch die besondere Einrichtung einer Eleemosynaria und eines sehr stattlichen Palatiums nebst Stall den Herbergsgedanken weiter aus. War in St. Gallen ein procurator pauperum (sonst hospitalarius genannt) noch ausreichend gewesen, so mußte jetzt bei dem steigenden Verkehr — Farfa liegt in der Nähe Roms — das besondere Amt eines Almosenpflegers und eine besondere Almosenkammer von 10 × 60 Fuß eingerichtet werden. Diese Eleemosynaria kann man mit Schlosser wegen des Wortlauts der Beschreibung als dem Vorratshause — cellarium — quer vorgelegt an einer Klosterpforte liegend annehmen. Unterstützt wurden hier nur Fußgänger — „quotquot pedites vadunt".

Für die vornehmen Fremden „qui faciunt iter equitando", ist ein besonderes stattliches Gebäude, das Palatium, errichtet, das hier um so notwendiger war, als Farfa, eine Hauptstütze der kaiserlichen Macht in Italien, als Absteigequartier der Kaiser benutzt wurde, was sich schon in der älteren „destructio Farfensis" des Abtes Hugo, die den Zustand vor der um 900 erfolgten Zerstörung der alten Anlage beschreibt, in der Bezeichnung „palatium regalis, in quo imperatores hospitabantur", kund gibt.

Die Lage dieses Gasthauses für vornehme Fremde nimmt Schlosser mit Unrecht gegenüber der Westseite der Kirche an, indem er willkürlich das Wort des Textes „iuxta" mit „gegenüber" erklärt. Vielmehr spricht die spätere Erwähnung der Schneiderwerkstatt „in fronte palatii", zwischen der und der Kirche „nec non et Galilaeam" der Laienfriedhof liegt, für eine Lage seitlich des Narthex (Galilaea) der Hauptkirche, entsprechend den Gasthäusern auf dem St. Gallener Plan. Damit würde auch die Anordnung des Xenodochiums, „in capite" des Stallgebäudes, gegenüber dem Palatium und wie dieses an der Hauptpforte gelegen, passend erscheinen.

Die Einrichtung des Palatiums von 160 × 30 Fuß ist als eine dreiteilige festgelegt mit einem geräumigen Eßsaal in der Mitte, der den Schlafraum der Männer mit 40 Betten und einem Abtritt von 40 Sitzen von dem Schlafraum der vornehmen Damen trennt, der seinerseits 30 Betten und 30 Abortsitze aufweist.

Ob die Küche von 15 × 30 Fuß für dies Gebäude sich direkt an den Hauptbau anschloß, steht dahin; jedenfalls muß sie in der Nähe im äußern Klosterbezirk gelegen haben.

Entsprechend der Größe des Palatiums sind auch die Abmessungen des zugehörigen Stalles von 280 × 25 Fuß recht beträchtliche, zumal der untere Stock nur für die stabulae equorum bestimmt ist, während die Wohnung der Troßknechte sich im oberen Stockwerk (solarium) befindet, wo Tische von 4 × 80 Fuß aufgestellt sind.

---

1) Abgedruckt bei Hergott, vetus discipl. mon., Paris 1726.

Für die Pferde und Knechte sorgt der pater constabulus; in die Pflege der vornehmen Gäste teilen sich der procurator hospitii und der portarius.

Das dritte Gebäude für die Fremden, die Armenherberge, wie schon erwähnt, am Giebel des Stalles an der Pforte liegend, wird nicht näher mit Maßen angegeben, sondern nur als Unterkunftsort für die Fußgänger bezeichnet. Es untersteht der Aufsicht des pater eleemosynarius. Die Reisenden dürfen hier drei Tage verweilen (Kap. 44) und erhalten beim Weggange je einen Denar Zehrgeld. Nur den krank Ankommenden war es gestattet, „quoadusque melioretur", in der Herberge zu bleiben, jedoch, wie ausdrücklich bemerkt wird: „hoc tamen pauperibus et peregrinis tantum est exhibendum". Den Besuchern des Palatiums war dieses Entgegenkommen nicht vorbehalten.

Diese Stelle ist also ein sicherer Beweis, daß eine geregelte ärztliche Behandlung der Fremden und deren Pflege bis zur Gesundung noch nicht stattfand, da ja die Infirmarie nur den Mönchen offenstand.

Diese letztere selbst, den vierten Bestandteil der Fürsorgetätigkeit, legt Schlosser mit Recht neben die Kapelle St. Mariae, wie das Kap. 52 klar erkennen läßt; er begeht jedoch den Fehler, nach dem Vorbilde St. Gallens das Noviziat auf der anderen Kapellenseite anzunehmen. Eine Veranlassung zu dieser Annahme liegt nicht vor, vielmehr spricht der Ausdruck: „cella novitiorum sit angulata in quadrimodis" direkt dagegen, desgleichen die Tatsache, daß Noviziat und Infirmarie an ganz getrennten Stellen der Beschreibung angeführt werden.

Die Anordnung der letzteren geht aus der bezüglichen Stelle des Kodex nicht klar hervor: „prima cellula infirmorum cum lèctis octo et cellulis totidem in porticum iuxta murum ipsius cellulae de foris". Zunächst ist es angängig, statt cellulis sellulis, also Aborte, zu setzen, welche Annahme die Tatsache erhärtet, daß auch im Palatium ebensoviel Aborte als Betten angeordnet sind. Daß sich ein Portikus neben, längs der Außenmauer, befunden habe, etwa wie bei der Abtswohnung des St. Gallener Planes, erscheint nicht als annehmbar, da in der sehr eingehenden Erläuterung des Krankenlebens, Kap. 52, nirgend davon die Rede ist. Schlosser sieht in dem Portikus den innern Kreuzgang und erhält durch eine gezwungene Wortverbindung die Anlage von acht Betten längs der Außenmauer (s. Tafel II). Das letztere ist jedoch bei der Breite von nur 25 bzw. 27 Fuß auch bei Kopfstellung unmöglich, da die in Kap. 52 beschriebenen Zeremonien genügende Breite zwischen den Betten erforderten. Außerdem erscheint die Identifizierung des Portikus mit dem inneren Kreuzgang gleichfalls nicht angängig, da ja in der nächsten Zeile von der zwölf Fuß breiten „claustra" die Rede ist. Stellt man neben obigen Text die Schlußworte des 52. Kap., so erscheint folgende Deutung am annehmbarsten. Die Aborte — und wohl auch die nicht besonders erwähnten Bäder — liegen an einem Portikus, d. h. einem bedeckten Gang, vor der Außenmauer. Die acht Betten stehen in einem für die letzte Oelung und andere näher geschilderte Handlungen ausreichenden Abstande an den beiden Querwänden (paries). In der gemeinsamen Wand zweier Räume befindet sich eine Oeffnung für das gemeinsame Nachtlicht.

Solcher Räume gab es vier von gleichen Abmessungen (27 × 25 Fuß) und zwei kleinere Kammern, von denen die eine für die Fußbäder, die andre als Abwaschküche und Wegstellraum benutzt wurde. Alle sechs Räume samt der Kapelle gruppierten sich um einen Kreuzgang von zwölf Fuß Breite. Diese immerhin reichliche Abmessung erklärt sich aus der Vorschrift, daß zur letzten Oelung eines Schwerkranken der ganze Konvent samt Novizen und Konversenbrüdern in feierlicher Prozession durch das Oratorium in das Infirmarium einzieht.

Der Rückgang der Krankenfürsorge gegen frühere Zeiten kennzeichnet sich durch das Fehlen der besondern Arztwohnung und der mangelnden Trennung der Schwerkranken von den Leichterkrankten. In der ersten Farfaer Anlage (Destr., Farf., Kap. 2) war diese Trennung, wie in St. Gallen, noch vorhanden und die Kirche gleichfalls als Doppelkirche ausgebildet, so daß in der ursprünglichen Anlage statt des St. Gallener Noviziats das Haus der Schwerkranken zu denken ist.

Denselben Anforderungen genügte die Hospitalanlage des in der Mitte des elften Jahrhunderts von den Aebten Desiderius und Oderisius erneuerten Stammklosters von Monte Cassino. Sie bestand aus einer klaustralen Infirmarie, sehr geräumigen Gastwohnungen nebst einem Palatium für die vornehmen Gäste und einer Armenherberge für die Pilger und armen Reisenden.

Selbstverständlich konnten besondere Bedingungen auch Abweichungen vom Schema bringen. So findet sich auf dem Plane des Mönches Eadwin vom Kloster Canterbury vom Jahre 1130 bis 1134[1]) nur die Infirmarie und das domus hospitum. Da es sich um ein Stadtkloster handelt, an einem Bischofssitz, an dem die vornehmen Fremden und Kirchenfürsten natürlich abstiegen, wird mit dem letzteren wohl das Obdach der Pilger und Armen gemeint sein. Dafür spricht auch die unmittelbare Lage neben dem Klostercellarium, d. h. also an der Stelle der sonstigen Eleemosynarien. Nach der Zeichnung zu schließen, war es ein hohes einstöckiges Gebäude mit hochliegenden Fenstern, mit dem Eingang an einer Schmalseite und einer nicht orientierten Kapellenapsis an der andern. Durch einen Gang war es mit der Konventküche verbunden.

Die Infirmarie lag im Osten der Anlage, nicht an einem Kreuzgang, und bestand aus einem großen — vielleicht basilikaren — Gebäude mit besonderer basilikarer Kapelle in unmittelbarer Verbindung mit der Küche und der Latrinenanlage.

Infirmarium, domus hospitum und hospitale pauperum in ihrer weiteren Ausbildung.

Die so allgemein üblich gewordenen Hospitalbauten der Benediktiner, wie sie namentlich die ordo Cluniacensis[2]) und die entsprechenden Kapitel der ordo Hirsaugensis[2]) festlegten, wurden nach dem Aufkommen des strengeren Zisterzienserordens von letzterm im großen ganzen übernommen. Zwar errichteten die Benediktiner ihre Bauten an Punkten, von denen aus sie die Gegend beherrschten, also von Fremden und Pilgern leichter gesehen und aufgesucht werden konnten, während die Zisterzienser in ihrer strengeren kirchlichen Auffassung die Stille abgelegener Täler aufsuchten; aber da sie selbst die Kultur, auch die wirtschaftliche, mit sich brachten, infolgedessen die Straßen des Verkehrs naturgemäß über ihre Ansiedelungen führten, mußten auch sie auf den Strom der Reisenden und Pilger gerüstet sein. Im übrigen verursachten die gleichen Lebensbedingungen der beiden Orden gleiche Anlagen, die sich nur durch die natürlichen Abweichungen der Oertlichkeit unterschieden.

Das Mutterkloster Clairvaux nahm die schon in St. Gallen angedeutete Teilung der Infirmarie in Siech- und Krankenhaus auf[3]). Das letztere lag neben einer besonderen Kapelle an einem Kreuzgang im Osten der Anlage, während das erstere ein nur für die altersschwachen Mönche und Laienbrüder bestimmtes, besonderes klosterartiges Gebäude mit einzelnen kleinen, um einen Kreuzgang gruppierten Räumen darstellte. Diese Art der An-

[1]) Abgebildet bei Lenoir: Monum. de l'arch. monast. Paris 1852, I, S. 28.

[2]) Beide abgedruckt bei Hergott: Vet. disc. mon.

[3]) Plan bei Viollet-le-Duc: Dict. de l'arch. rais. I, S. 267.

lage ist nur aus der großen Anzahl der in Clairvaux vorhandenen Mönche erklärlich.

Die bei den Zisterziensern durchgängig klaustralen Infirmarien lagen stets an abgelegener Stelle und waren mit den wesentlichen Einrichtungen der Klausur versehen. Sie mußten eine eigene Küche haben und ein besonderes Speisezimmer wegen des im allgemeinen gegen die Ordensregel verstoßenden Fleischgenusses. (Bullen von 1334 und 1339.) Sie scheinen stets heizbar gewesen zu sein, und zwar nicht durch Kamine, sondern durch eine Luftheizung nach Art der römischen Hypokaustenanlagen, — bezeugt u. a. vom Schlafgemach des heil. Bernhard von Clairvaux. — Als Beweis hierfür erscheint auch die Tatsache, daß das Heizgeschäft der Klosterwärmstube dem Krankenbruder (pater infirmarius) oblag[1]).

Gleiche Infirmarien hatten natürlich die Frauenklöster. In Altenberg[2]) waren mit ihr eine besondere Kapelle und eine besondere Kammer für die Siechmeisterin verbunden, die, sobald Kranke eingebracht wurden, nicht im Dormitorium schlief.

In der Nähe der Infirmarie lag stets die Apotheke und die Badstube.

Die Anachoreten des Morgenlandes hatten das Bad überhaupt verschmäht[3]). Im Abendlande war man nicht mehr so fanatisch; die Mönche waren vielmehr zu gute Aerzte, um nicht den Nutzen der Bäder einzusehen. Ueberdies erhielt das Bad durch die Taufe etwas Weihevolles. Doch wurde in den Klöstern nördlicher Länder bis ins 12. Jahrhundert von der Badeerlaubnis Benedikts nur mäßiger Gebrauch gemacht.

Das Bad selbst hatte selbständige Luftheizung (Maulbronn). In seiner Nähe lag stets ein Brunnen.

Als man später die Ordensregeln nicht mehr streng innehielt, wich man auch bei der Infirmarie vom Althergebrachten ab, namentlich von der Anlage eines gemeinsamen Schlaf- und Speiseraumes zugunsten besonderer Zellen, so daß das Generalkapitel von 1460 einen scharfen Verweis gegen die überhandnehmende Unsitte erließ, daß einzelne Mönche, ohne krank oder altersschwach zu sein, in der Infirmarie besondere Zellen wählten, die Klosterzeremonien dagegen vernachlässigten.

Sehr üblich wurde auch die Anlage, wie sie sich z. B. im Kloster St. Marien zur Pforte[4]) findet. Hier lag die Infirmaria im ersten Stockwerk der Klausur über dem Kapitelsaal. Sie stieß an das nördliche Querschiff an und war, wie eine noch vorhandene Türspur andeutet, mit demselben direkt verbunden. Die zugehörige Badstube scheint neben der in der Ecke zwischen Refektur und Kapitelsaal befindlichen Küche gelegen zu haben. Dieselbe Lage hatte das Krankenhaus in Chorin.

Mitunter wurde bei kleineren Anlagen, z. B. in Bebenhausen, der obere Stock der Infirmarie als domus hospitum eingerichtet.

Dieses Gasthaus der vornehmen Fremden gehörte, da seine Bewohner, die meist am Abtstisch speisten[5]), in steter Berührung mit den Klosterinsassen blieben, zu den zum Leben der Mönche notwendigen Gebäuden, die nach dem ersten Generalkapitel von Citeaux von 1114 innerhalb der Klostermauern liegen mußten.

Im Laufe der Zeit hatte das Ueberhandnehmen weltlichen Eigennutzes seitens der Schirmvögte und Landesfürsten eine im Charakter der Burganlage gehaltene Umschließung des ganzen engeren Klosters mit Mauern nötig gemacht. Da die Gastwohnung nun das weltliche und geistliche Element vereinigte, wurde sie oft, wo eine innere und eine äußere Klosterpforte vorhanden war, in dem Zwischenraum zwischen beiden angelegt, und zwar als geschlossene Anlage mit besonderm Dormitorium, Refektur, nicht selten auch Kapelle[1]).

Daß die Anlagen jedoch nicht nach einem bestimmten Schema, sondern je nach den Erfordernissen und den vorhandenen Geldmitteln errichtet wurden, lehrt die Verschiedenheit der Gesamtanordnung von Maulbronn, gegründet um 1140, und Bebenhausen um 1180, trotzdem ein Vergleich der Klosterkirchen — bei beiden ist die äußere Länge gleich dreimal der äußern Breite und achtmal der Chor- oder Mittelschiffweite[2]) unzweifelhaft die Herstellung vom selben Meister oder wenigstens von derselben Schule erkennen läßt. Während, wie schon erwähnt, in Bebenhausen das Hospiz im Infirmariengebäude untergebracht war, lag in Maulbronn das „Herrenhaus“ ursprünglich etwas herausgeschoben aus dem Hauptkomplex, später durch einen Kreuzgang und Verbindungsgebäude mit ihm verbunden, für sich im Nordosten der Anlage. Es enthielt außer dem großen Herrengemach und Tafelstube noch Nebenräume und Bad. Nach dem Garten zu lag ein breiter, in Arkaden sich öffnender Gang, der dartut, wie der geschützte und gedeckte Ruheraum, wie er bei den Infirmarien unbedingt nötig war, ohne weiteres auf das Hospiz übernommen wurde.

Später hatten die Klosterhospize sehr stattliche Abmessungen. In Lauterberg (jetzt Petersberg) bei Halle war es so groß, daß, als 1119 ein Brand das Kloster einäscherte, die Mönche fast zwei Jahre bis zur Vollendung des Neubaus in ihm wohnen konnten. Schließlich verwandelt sich das alte hospitium in eine rein weltliche, dem Stande des Klosterabts als weltlichem Herrn entsprechende Einrichtung, der nun bedeutende bauliche Aufwendungen entsprachen.

Am besten kann man den Umfang der Gastwohnungen aus dem Bericht erkennen über die Zusammenkunft des aus Rom vertriebenen Papstes Innozenz IV. mit Ludwig dem Heiligen und vielen anderen Fürsten in Cluny im Jahre 1295[3]).

Dem entsprachen natürlich die Nebenanlagen. So hatte das Gasthaus der Abtei von St. Alban in England Ställe für 300 Pferde[4]). In besonders reichen Klöstern kannte die Gastfreundschaft überhaupt keine Grenzen. Zur Zeit der Reformation wurden im Kloster Alt-Zelle[5]) in drei Jahren 14000 Mann zu Pferde und 20000 zu Fuß beherbergt, so daß auf jeden Tag 12 Reisende zu Pferde und 18 zu Fuß kamen. Es umfaßte nach einem Inventar von 1541 eine Fürstenstube mit Kammer, Ritterstube und dergleichen, fernere sieben Kammern und des Gastmeisters Stube mit Kammer; dazu war noch in der Abtei eine Stube mit Kammer eingerichtet.

Mehr der ursprünglichen Klosterordnung entsprachen die Anlagen der hospitalia pauperum, die nicht unbedingt innerhalb der Klostermauern zu liegen brauchten. Außerhalb derselben, wenige Schritte vom Haupttor entfernt, lag z. B. das Armenhaus des Klosters Georgenthal in Thüringen[6]). Stets außerhalb lagen die Herbergen für Pilgerinnen, wie die „maison des dames“ der Abtei von Jumièges.

1) Martene: Comment. in regul. S. Bened. Paris 1690.

2) Ebel: Das Prämonstr.-Kloster Altenberg a. L. Magdeburg 1905, S. 23.

3) Marcuse: Bäder und Badewesen in Vergangenheit und Gegenwart. Stuttgart 1903, S. 46.

4) Corssen: Altertümer und Kunstdenkmäler des Zisterzienser-Klosters St. Marien zur Pforte. Halle 1868, S. 192 ff.

5) Winter: Die Zisterzienser des nordöstlichen Deutschlands. Gotha 1868, II, S. 140.

1) Martene, S. 675 a. a. O.

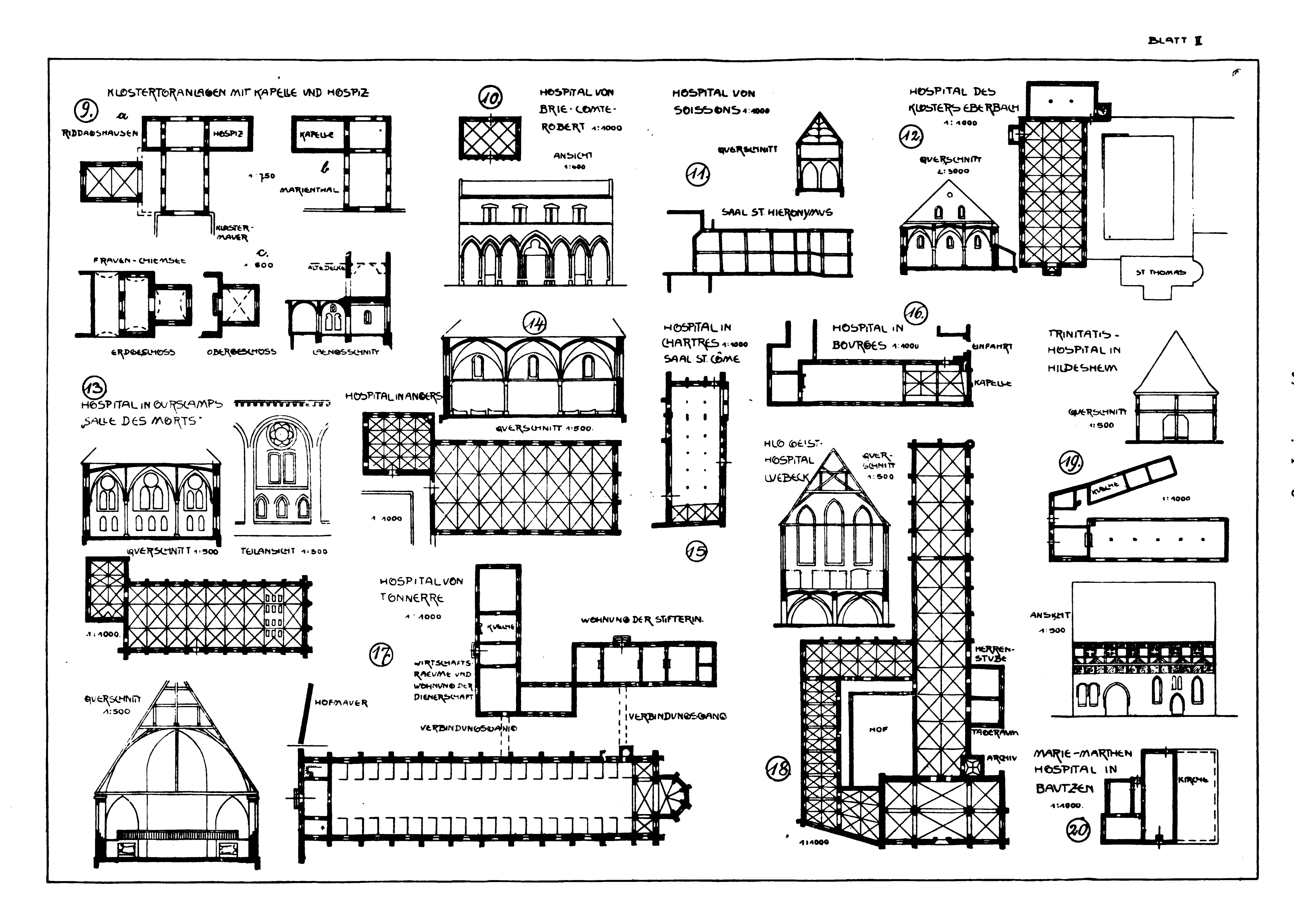
2) Paulus: Die Zisterzienser-Abtei Maulbronn. Stuttgart 1873, S. 7.

3) Viollet-le-Duc, I, S. 305.

4) Lenoir, II, S. 397.

5) E. Beyer: Das Zisterzienserstift und -Kloster Alt-Zelle, Dresden 1855, S. 55.

6) Bau- und Kunstdenkmäler Thüringens, Sachsen-Gotha II, S. 23.


BLATT II
9. KLOSTERTORANLAGEN MIT KAPELLE UND HOSPIZ
a RIDDAGSHAUSEN
HOSPIZ
KLOSTER-MAUER
1:750
b MARIENTHAL
KAPELLE
c. FRAUEN-CHIEMSEE 1:600
ERDGESCHOSS
OBERGESCHOSS
LÄNGSSCHNITT
10 HOSPITAL VON BRIE-COMTE-ROBERT 1:1000
ANSICHT 1:400
11 HOSPITAL VON SOISSONS 1:1000
QUERSCHNITT
SAAL ST. HIERONYMUS
12 HOSPITAL DES KLOSTERS EBERBACH 1:1000
QUERSCHNITT 1:500
ST. THOMAS
13 HOSPITAL IN OURSCAMPS "SALLE DES MORTS"
QUERSCHNITT 1:500
TEILANSICHT 1:500
1:1000
14 HOSPITAL IN ANGERS
QUERSCHNITT 1:500
1:1000
15 HOSPITAL IN CHARTRES 1:1000 SAAL ST. CÔME
16 HOSPITAL IN BOURGES 1:1000
EINFAHRT
KAPELLE
TRINITATIS-HOSPITAL IN HILDESHEIM
QUERSCHNITT 1:500
19 KÜCHE 1:1000
ANSICHT 1:500
17 HOSPITAL VON TONNERRE 1:1000
KÜCHE
WIRTSCHAFTS RÄUME UND WOHNUNG DER DIENERSCHAFT
WOHNUNG DER STIFTERIN.
VERBINDUNGSGANG
HOFMAUER
QUERSCHNITT 1:500
HLG. GEIST-HOSPITAL LÜBECK
QUER-SCHNITT 1:500
18
HERREN-STUBE
ARCHIV
HOF
1:1000
MARIE-MARTHEN HOSPITAL IN BAUTZEN 1:1000
20
KIRCHE

Die in der Zisterzienserregel enthaltene Bestimmung, daß am Haupteingange zum Kloster, verbunden mit der Herberge für Pilger und Arme, sich eine Kapelle befinden sollte, ist erst spät vollständig erfüllt worden. Es ist namentlich einleuchtend, daß im Anfange einer Ordensniederlassung zwar mit geringen Aufwendungen eine Herberge erbaut werden konnte, in primitivster Form und Bauart, daß aber die Errichtung einer Kapelle, die doch immerhin nach Material und Umfang bedeutendere Mittel benötigte, kürzere oder längere Zeit hinausgeschoben wurde. Aber auch nachdem die ursprünglich hölzernen Notbauten durch steinerne ersetzt wurden und die Herbergsanlagen in ihrer Gesamtgestaltung sich vergrößerten, wurden die Kapellen häufig noch fortgelassen.

Ein typisches Beispiel hierfür, wie überhaupt für die Anordnung der Armenherbergen bietet die Anlage des Klosters Riddagshausen bei Braunschweig, gegründet 1145 (Abb. 9a).

Aus den Bauformen, den Profilen und den ausschließlich angewandten Rundbögen läßt sich für den Herbergsbau mit Vorhalle die zweite Hälfte des 12. Jahrhunderts als Gründungszeit ansetzen. Die Kapelle jedoch ist deutlich als gegen Ende des 13. Jahrhunderts entstanden anzusehen.

Die Anlage selbst, an sich durch ihre Lage an der Hauptpforte als eine Verbindung von Torturm und Herberge bedingt, zeigt die Gestalt einer überbauten Tordurchfahrt mit Pförtnergelaß, an die sich seitlich direkt eine größere Gaststube anschließt, die von dem gegenüberliegenden Pförtnergemach überschaut werden konnte und nur von der Durchfahrt zugänglich war. In Verbindung mit dieser Hauptanlage befand sich vor der Durchfahrt eine Vorhalle mit drei großen seitlichen Oeffnungen als geschützter Aufenthaltsraum für die große Anzahl Armen, die man aus Vorsicht nicht gern innerhalb der Klostermauern einlassen mochte, die aber täglich vom Almosenpfleger Lebensmittel ausgeteilt erhielten. Diese Gebäude trugen ein wahrscheinlich ungeteiltes Obergeschoß, das durch eine Treppe im Pförtnerzimmer zugänglich war und als Hauptschlafraum diente. Da, wie die Anlage der Fenster, auch des Obergeschosses, zeigt, das Gebäude allseitig freistand, ist ein Kapellenanbau anfänglich nicht als vorhanden anzunehmen. Erst später wurde senkrecht zur Mittelachse der Vorhalle mit geringem Zwischenraum eine Kapelle angelegt und der zwischen beiden liegende Raum überbaut, so daß sich im Obergeschoß ein zweites Zimmer ergab, das mit der Kapelle in direkter Verbindung stand. Der besonderen Bedingung entsprechend, daß diese Kapellen zugleich für die beherbergten Fremden und die Lebensmittel in Empfang nehmenden Armen als Erbauungsstätte dienen mußte, war die Kapelle durch einen fast die ganze Breite des Joches einnehmenden Spitzbogen nach der Vorhalle geöffnet und aus Sicherheitsgründen nur von dieser, also nicht vom Klosterhof aus, zugänglich.

Dieser Typ der Toranlage mit Herberge variierte nur hinsichtlich der Lage der Kapelle zu letzterer. Direkt neben der Herberge lag sie beim Kloster Marienthal bei Helmstedt (Abb. 9b), wo aber die ganze Anlage sonst völlig dieselbe Anordnung mit denselben Abmessungen hatte wie Riddagshausen. Auch hier war der eintorige Vorraum offen, aber überbaut mit einem großen Giebel mit zwei größeren, darüber zwei kleineren Fenstern und mit dem üblichen, zweimal durchbrochenen eigentlichen Tor dahinter.

Einen zweiten Typ des Armenhauses zeigt das Benediktinerinnenkloster Frauen-Chiemsee aus dem 12. oder Anfang des 13. Jahrhunderts (Abb. 9c). Hier befindet sich neben der Durchfahrt ein durch drei Oeffnungen mit letzterer verbundener Raum. Die Annahme v. Bezolds [1], daß derselbe das Schiff zu der sich östlich anschließenden quadratischen Nikolaikapelle sei, widerlegt die senkrecht zueinander angelegte romanische Ueberwölbung. Als Schiff hätte der Raum sicher die gleiche Wölbachse gehabt wie der Chor und wäre weiter gegen letzteren geöffnet worden als mit einer halbkreisförmig geschlossenen Tür von 1,8/2 m. Außerdem hätten in diesem Falle die Schmalwände größere Fenster zur Belichtung nötig gehabt. Der Anbau kann daher nur so erklärt werden, daß der erste Raum die vorgeschriebene Herberge in Verbindung mit der Durchfahrt darstellte und durch eine kleine Oeffnung eben nur so mit der Kapelle verbunden war, daß die Anwesenden dem Gottesdienste folgen konnten. Licht war, da es sich um eine Nachtherberge handelte, nicht groß vonnöten; Luft spendeten die Durchbrechungen nach der Durchfahrt genug. Daß die ganze Anlage zweigeschossig war, ändert an der Hypothese nichts; im Gegenteil würde auch hier die obere St. Michaelskapelle für das Vorhandensein einer oberen, von außen zugänglichen Herberge sprechen.

Diese beiden Typen waren aber nur geeignet für eine Reihe von Klosteranlagen, die, in verhältnismäßig sicherer Gegend liegend, auf die Anlage umfangreicher Vorsichtsmaßregeln zum Schutze gegen feindliche Angriffe verzichten konnten. Anders gestaltete sich die Anordnung in den Klöstern, bei denen die Gruppierung sowohl wie der Aufbau durch das Interesse des Feindesschutzes bedingt waren.

Eine derartige Anordnung zeigt das Kloster Maulbronn [1]). Hier wurde vor allem die bei einem Angriff dem Feinde vorzügliche Deckung gebende Vorhalle der Sicherheit geopfert und die Durchfahrt als Torturm ausgebildet. An diesen schloß sich südlich direkt die Kapelle an, während die Herberge, ein einstöckiges und wegen der Lage am Tor massives Gebäude, sich nördlich an den Turm anlehnte, doch so, daß es außerhalb der eigentlichen Mauer stand und vom Turm aus völlig beherrscht wurde. Eine direkte Verbindung zwischen Herberge und Kapelle bestand nicht.

Eine ähnliche Herbergsanordnung wies auch das Tochterkloster Brombach auf [2]).

Diese baulichen Vorsichtsmaßregeln taten jedoch der Ausübung der Liebestätigkeit keinen Abbruch, wie durch einen Brief des Bischofs Anselm von Havelberg um 1150 bezeugt wird [3]), in dem zwar das sonstige Leben und Treiben der Angehörigen des Benediktinerordens aufs schärfste verurteilt, aber doch anerkannt wird, daß sie „Jesum, der in den Geringsten zu ihnen kommt, freundlich aufnehmen und dem Dienst der Martha mit Fleiß dabei obliegen“. Zuzugeben ist allerdings, daß die Liebestätigkeit auch ein Mittel war, um den Ruhm des Ordens zu vermehren, dergestalt, daß bis zum Jahre 1417 aus dem Benediktinerorden allein 18 Päpste, 184 Kardinäle, 1564 Erzbischöfe und 3512 Bischöfe erwählt wurden [4]).

Selbstverständlich richtete sich der Umfang der Herbergsanlagen stets nach dem Reichtum des betreffenden Klosters, der vor allen Dingen auf ausgedehntem Landbesitz mit großem landwirtschaftlichen Betrieb beruhte. Dieser wiederum brachte die Einrichtung der Vorwerke (grangia) mit sich, bei deren Personal der hospitalarius grangiae, ein Laienbruder, eine wichtige Rolle spielte. Ihm war nicht nur die Verpflegung der auf dem Ackerhofe befindlichen Klosterangehörigen übertragen, sondern er hatte vor allem für die Wanderer zu sorgen, die unterschiedslos in diesen Höfen aufgenommen wurden. Die Grangien bildeten also gleichsam einen Zweig der klöster-

[1]) Bau- und Kunstdenkmäler Bayerns, II, S. 1773

[1]) Abbildung im Handbuch der Architektur IV, 2, 1, S. 94.

[2]) Ansicht bei Casp. Merian.

[3]) Winter I, S. 3.

[4]) Trithemius: de vir. illustr. Ben. Mainz 1605, I, 2, S. 18.

lichen Hospizanlagen. Es mußte daher die ganze Nacht nach Zisterzienserregel eine Lampe für die verirrten oder verspäteten Wanderer als Wegweiser brennen.

Die dem Gastmeister unterstellten Anlagen dürften nicht umfangreich gewesen sein, da für größere Ansprüche ja das Kloster selbst in der Nähe lag.

Besondere Kapellen hatten die Grangien selten [1]). Da sie in nicht zu großer Entfernung von ihrer Abtei lagen, konnten ihre Bewohner wie auch die Gäste ihren religiösen Uebungen in der Abteikirche obliegen, zumal den Dienst nur Laienbrüder verrichteten.

Einer Verwechslung mit den Grangien dürfte die in der Literatur mitunter anzutreffende Angabe [2]) zugrunde liegen, daß einige Stadtklöster außerhalb Erholungsheime für kranke Brüder angelegt hätten.

Das allgemeine Krankenhaus beim Kloster.

Während nun für die kranken Mönche in den Infirmarien ausreichend gesorgt war, wurde für die allgemeine Krankenfürsorge ursprünglich wenig getan. Nach der schon erwähnten Bestimmung der disciplina Farfensis durften im Armenhaus nur die krank ankommenden Armen bis zur Besserung verweilen. Von einer geregelten Krankenfürsorge ist hier keine Rede. Diese kannte man nur für die Klosterinsassen. Allerdings machten sich hier allmählich Grundsätze bemerkbar, von denen man annehmen sollte, daß sie zu einer allgemeinen Anwendung sich hätten durchbilden müssen, z. B. die Sonderung der Kranken nach den verschiedenen Arten ihres Leidens, wie sie in Hirsau üblich war, oder die Anordnung eines Siechenhauses, wie ich sie schon als in Clairvaux bestehend erwähnte. Diese Umbildung trat jedoch nicht ein, wurde auch durch die Anlage besonderer Infirmarien für die Konversenbrüder z. B. beim Kloster Marienthal [3]) nicht gefördert, eine Einrichtung, die aber, wie später noch entwickelt werden soll, auf die Hospitalbrüderschaftsbewegung von großem Einflusse war.

So brachte es das Klosterleben nie zu allgemeinen Heilanstalten als Selbstzweck, sondern erweiterte nur die alte Einrichtung der hospitalia pauperum dahin, daß in diesen auch Kranke und Sieche verpflegt wurden. Krankenpflege im heutigen Sinne hatte auch nur in den Städten volle Berechtigung, woselbst sich anzusiedeln den Klöstern jedoch das Verbot Benedikts, erneuert durch die Satzungen des Zisterzienserordens von 1098, entgegenstand.

Die mit einer gewissen Krankenfürsorge verbundenen erweiterten Hospitien richteten die Klöster jedoch nicht nur selbst ein, sondern übernahmen auch die Leitung von Hospitälern bürgerlicher Stifter, die, um mit der Kirche auf gutem Fuß zu stehen bzw. „pro remedio animarum suarum et antecessorum“ von den Nachkommen der Begründer nebst sämtlichen Gütern einem Kloster übermacht wurden. Mitunter behielt dann, namentlich wenn es entfernt lag, das Kloster die Laienverwaltung bei, so in Saint-Fonds [4]).

Auch die letzten Reste der alten Gemeinde-Xenodochien, soweit sie nicht in den Kanonikatstiften aufgegangen waren, gingen an die Klöster über, so das alte Hôtel Dieu in Lyon an die Zisterzienser 1182 [5]).

Mitunter erringen bestimmte Klöster sogar solchen Ruf in der Verwaltung von Hospitälern, daß ihnen mehrere Laienhospitäler unterstellt wurden, z. B., dem Kloster Pforta das St. Georgenhospital in Erfurt und

[1]) Viollet-le-Duc I, S. 275.

[2]) Lenoir II, S. 391.

[3]) Bau- und Kunstdenkmäler Braunschweigs I, S. 138.

[4]) Guigne: Les voies antiques du Lyonnais, Lyon 1877, S. 11.

[5]) S. Pointe: Histoire topogr. et méd. du Grand Hôtel Dieu de Lyon, das. 1842, S. 6.

das Magdalenenhospital in Naumburg [1]), das allerdings bald gegen liegenden Grundbesitz vertauscht wurde.

Wirkliche Krankenhospitäler errichteten die Klöster nur, wenn sie sich im Besitze von Reliquien oder einer heilbringenden Quelle befanden. Diese Hospitäler waren meist für die Geschlechter gemeinsam, mitunter auch getrennt, wie bei der Abtei St. Antoine in der Dauphiné [2]).

Auch bei dieser Art Spezialhospitäler wurden solche mit ursprünglich laischem Charakter Klöstern zur Verwaltung übergeben; bisweilen ging auch aus einem solchen durch Hervorkehrung der seelsorgerischen Tätigkeit ein Kloster hervor, so z. B. in Aveyron. Letztere Erscheinung zeigte sich aber auch bei gewöhnlichen Laienhospitälern. So entwickelte sich das Zisterzienserkloster bei Leslau an der Weichsel 1243 aus einer bereits bestehenden Hospitalstiftung [3]), die auch dem Dorfe Spital den Namen gab und wahrscheinlich als Station für die nach dem heidnischen Preußen durch Polen ziehenden Kreuzfahrer bestimmt war. Auch das Kloster Chorin leitet seinen Ursprung aus einem vom Markgrafen von Brandenburg gestifteten Hospital für Arme, Kranke und Reisende her [4]).

Baulich bildete die ursprüngliche Anlage der erweiterten Klosterhospitien die Aneinanderreihung einzelner kleiner Räume, nicht wie Tollet [5]) und andre angeben, die Hallenanlage. Man erhob die bei den Infirmarien übliche Gestaltung als die ausgebildetste zum allgemeinen Schema, so daß mit dem Klosterhospital auch stets der bei den Infirmarien vorhandene Kapellenanbau oder eine selbständige Kapelle vorhanden war.

Die allmähliche Erhöhung der Hospitaltätigkeit brachte dann die Anordnung größerer saalartiger Räume mit sich, die den Vorteil eines leicht möglichen Kapellenanschlusses bot, der also mit dem Hauptraum in engste Verbindung trat. Möglich ist, daß der Gedanke des coenobiums, wie er sich in der Anlage des gemeinsamen Schlafsaals äußerte, auch auf die Gestaltung des Hospitals als eines einzigen, großen, gemeinschaftlichen Raumes bestimmend eingewirkt hat. Von den meisten alten Hospitälern sind nur diese Hauptsäle erhalten, da die Nebenräume und Wirtschaftsgebäude zu andern Zwecken benutzt und umgebaut oder, da nicht so dauerhaft konstruiert wie die Krankensäle, abgerissen wurden.

Ein typisches Beispiel für die Hospitalanlage eines größern Zisterzienserklosters bietet die der Abtei Eberbach. Inwieweit die dortige Anlage schon zur Zeit der früher dort ansässigen Augustiner Chorherren, wenn auch vielleicht nur andeutungsweise, vorhanden war, entzieht sich unserer Kenntnis. Da aber die Steinbauten der Zisterzienser erst von 1170 datieren, die Ansiedlung derselben aber bereits 1131 stattgefunden hatte und in der Zwischenzeit nur hölzerne Notbehelfe die Stelle der späteren Steinbauten einnahmen, dürften die Anlagen vor 1131 nur dürftige gewesen sein und schwerlich geeignet, der späteren als Vorbild zu dienen.

In der Anordnung ist vor allem die prinzipielle Trennung des Hospitals vom Kloster zu bemerken, die hier so weit getrieben wurde, daß das Hospital zwar innerhalb der Mauern, aber durch einen Bach samt dessen Tal von dem übrigen Kloster geschieden, seinen Platz fand.

Zwar ist heute nur der eine Flügel der Anlage erhalten, doch lassen sich, namentlich durch die vortrefflichen Ausführungen Schäfers [6]) mancherlei Schlüsse auf die

[1]) Winter II, S. 144 und 197 nach Wolff, Pforte I.

[2]) Lenoir II, S. 392.

[3]) Winter II, S. 375.

[4]) Winter II, S. 277.

[5]) Tollet: De l'assistance publique et des hôpitaux, Paris 1889, et les édifices hospitaliers depuis leur origine, Paris 1892, S. 186.

[6]) C. Schäfer: Die Abtei Eberbach im Mittelalter, Berlin 1901.

einstige Anordnung ziehen (Abb. 12). Der noch erhaltene Hauptbau aus dem ersten Viertel des 13. Jahrhunderts ist ein dreischiffiger Saal, dessen eine Schmalwand in der Mitte einen kleinen, später erweiterten, rechteckigen Kapellenanbau aufweist, während vor der anderen ein im 14. Jahrhundert errichteter zweistöckiger Bau vorgelegt ist, der auch die Küche aufnahm, im übrigen aber nach Schäfer unten eine Refektur, im Obergeschoß ein Dorment für altersschwache Mönche enthielt. Von den Langseiten weist die eine zwei Reihen rundbogig geschlossener Fenster übereinander auf, während bei der anderen nur die obere Reihe vorhanden ist.

In dieser doppelten Fensteranlage zeigt sich deutlich die Ueberlieferung der gleichzeitigen französischen bürgerlichen und Stiftshospitäler; ein Glied mehr zu der Behauptung, daß rein weltliche Anstalten, ebenso wie mönchische, stiftische und die der Hospitalgenossenschaften nicht unabhängig voneinander, sondern auf den Erfahrungen der anderen fußend, die Hospitalentwicklung weiterführten und im einzelnen nur modifizierten, wo es die Verhältnisse mit sich brachten.

Die vorerwähnte Anlage einer doppelten Fensterreihe bedeutete einen großen Fortschritt; denn es war so möglich, sowohl für eine gute Beleuchtung, als auch für eine genügende und leicht zu bedienende Lüftung des großen Raumes zu sorgen, insofern zum ersten Zwecke die obere Fensterreihe, zum andern die untere diente. Wie und wo sich der Uebergang vom hohen Fenster in die Zweiteilung vollzogen hat, läßt sich nicht festlegen; sicherlich war letztere auch in Eberbach wohlüberlegte Absicht. Aus dem Umstande des Fehlens der untern Fensterreihe an der Ostmauer kann man daher darauf schließen, daß an dieser entlang sich ein niedriger Gang erstreckte, der, wie sich aus der Anordnung des Ganzen ergibt, nichts anderes war als ein Kreuzgang, an dem nach alten Abbildungen und noch vorhandenen Resten zu folgern, außer der Kapelle St. Thomas sich die Laienwohnungen sowie die Neben- und Vorratsräume befunden haben werden.

Da dies Hospital zugleich als Infirmarie diente, mußten hierfür besondere Räume vorhanden sein. Später im schon erwähnten westlichen Anbau untergebracht, lagen letztere anfänglich wahrscheinlich im Obergeschoß des östlichen Kreuzgangflügels, das, wie die noch vorhandene Tür in der richtigen Höhe beweist, durch eine Treppe mit dem Saale verbunden war.

Gleichen Grundriß bei geringer Verschiedenheit der Abmessungen hat der sogenannte salle des morts in Ourscamps (Abb. 13), der zu einer 1130 vom heil. Bernhard von Clairvaux gegründeten Zisterzienserabtei gehört. Der Bau mit eindrucksvoller Architektur stammt aus der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts und weist die gleiche Teilung der Fenster in mehreren Reihen auf. Der kleine zweigeschossige Anbau diente wahrscheinlich als Totenkammer und ist sicher später angefügt, wie die Stellung der Strebepfeiler des Hauptbaues beweist. Ein Kapellenanbau an der anderen Schmalseite scheint nicht vorhanden gewesen zu sein, obwohl man aus dem verschiedenen Mauermaterial darauf schließen könnte[1]). Darnach hätte der Altar eben im Saale selbst seinen Platz gehabt.

Später scheint auch beim Kloster, wenigstens bei reichen Anlagen, eine Trennung der Herbergsräume von den für die Kranken bestimmten eingetreten zu sein.

So finden wir in Maulbronn das eigentliche Krankenhaus, 1430 gegründet, als großes zweistöckiges besonderes Gebäude in der Nähe des „tiefen Sees", das aber bald in ein Pfründnerhaus umgewandelt wurde.

Diese Umwandlung machten sehr viele Klosterhospitäler durch. Ihr wurde vorgearbeitet durch die seit jeher bestehende Gewohnheit der Vergebung von Pfründen; doch brauchten die Inhaber derselben nicht auf dem Klosterhofe zu wohnen[2]). So hatte die Abtei Prümm nach einem Güterverzeichnis von 893 einen Hof in Wetellendorf für zwölf Arme. Für die gleiche Zahl bestand schon 822 ein Armenhaus in Corvie a. d. Somme. Auch an Handwerker wurden gegen die Verpflichtung unentgeltlicher Arbeit Pfründen in Form von Naturallieferung vergeben[3]). Pfründnermäßig ausgestaltet waren auch die Einrichtungen zur Aufnahme armer, verlassener Frauen und Witwen in Frauenklöstern.

(Schluß folgt.)

Kleine Mitteilungen.

Angelegenheiten des Vereins.

Versammlungsberichte.

Vereinsversammlung am 1. März 1911.

Anwesend vom Vorstand: Hillebrand, Schleyer, Nessenius, de Jonge, Ebel, Kellner.

Nach der Protokollverlesung machte der Vorsitzende eine Anzahl geschäftlicher Mitteilungen. Unter anderm legte er einen vom Minister der öffentlichen Arbeiten an Se. Majestät den Kaiser erstatteten Bericht vor, der dem Verein in Abdruck vom Herrn Minister zugestellt ist. Für die Uebersendung ist dem Herrn Minister der Dank des Vereins abzustatten.

In die Rechnungsprüfungskommission wurden dann gewählt die Herren Funck, Knoch, Zisseler, die die Wahl annahmen.

Der Kassierer erstattete darauf seinen Bericht über das verflossene Etatsjahr und betonte dabei besonders, daß der Wendepunkt für die finanzielle Lage des Vereins nicht weiter hinauszuschieben sei. Im kommenden Herbst müßten der Vorstand und eine Anzahl älterer Mitglieder des Vereins der Frage näher treten, wie eine dauernde Balancierung des Etats zu erhalten sei. Die aus der Versammlung aufgeworfene Frage, wie es mit der Schaffung einer Verbandszeitschrift stehe, wurde dahin erläutert, daß die Verhandlungen in Berlin wegen Schaffung einer solchen gefördert würden, und daß man wahrscheinlich bald eine Verbandszeitschrift haben würde. Wegen der Zeitschrift des Architekten- und Ingenieurvereins könne man auch größere Klarheit schaffen, wenn die Frage der Verbandszeitschrift erledigt sei.

Herr Michel regte an, die Frage zu untersuchen, wie man das Leben im Verein selbst heben könne.

---

[1]) Verdier et Cattois: L'architecture civile et domestique. Paris 1852—58 nach Archives des monum. historiques, Paris 1855—72.

[2]) Urkunden bei C. Beyer: Zur Geschichte des Hospital- und Armenwesens in Erfurt. Daselbst 1896, S. 544.

[3]) Urkunden bei Paulus: Die Zisterzienserabtei Maulbronn. Stuttgart 1873, S. 92.

Der Vorsitzende teilte darauf mit, daß man in München angefragt habe, wie man die gleiche Frage dort behandelt habe. Die Antwort wird in der nächsten Sitzung vorgelegt werden.

Herr Ebel beklagt sich darüber, daß keine Ausflüge stattgefunden hätten, daß kein Fest zustande gekommen sei. Er wolle die Führung bei Exkursionen wieder übernehmen.

Herr Barckhausen begrüßt jede Anregung zur Hebung des Vereins, betont aber, daß man seine Hoffnungen nicht zu hoch spannen solle. Ein Niedergehen der Interessen im Verbande und den einzelnen Architekten- und Ingenieurvereinen liege in der geschichtlichen Entwicklung, namentlich in den Abzweigungen, die zeitweise stattfänden, in der Entstehung des B. D. A., des Vereins der Diplom-Ingenieure usw. Auch die Mitglieder der verschiedenen Behörden rückten sich ferner. Man solle sich die Frage überlegen, wie man die Mitglieder der einzelnen Behörden einander wieder näher bringen könne.

Es wurden weiter noch Anregungen gegeben, wie in Magdeburg eine Werbekommission einzusetzen, die neu ankommenden Herren durch Kollegen zum Eintritt in den Verein anzuhalten und die Zeitschrift in ein andres Gewand zu bringen.

Doch wurde festgestellt, daß alle diese Fragen zunächst im Vorstand zu behandeln seien. Im übrigen komme es nicht nur darauf an, Mitglieder zu werben, sondern auch sie zu erhalten.

Herr Geb hielt es für erforderlich, daß der Verein sich nach außen durch Vertretungen öfter betätige.

Der Vorsitzende wies noch darauf hin, daß noch zwei Vorträge über die Stadthalle angemeldet seien.

Herr Ebel wies noch darauf hin, daß man doch darauf hinwirken möge, daß die Entwürfe der Architekten aus Hannover einmal ausgestellt würden, und daß die Architekten sich an den Kunstausstellungen beteiligten.

Alsdann wurde die Frage aufgeworfen, ob die in der „Kölnischen Zeitung" angeschnittene Frage, daß die Nikolaikapelle verschwinden solle, irgendwelche positive Unterlage habe.

Herr de Jonge erwiderte, daß er mit den Unterhaltungsarbeiten an der Kapelle und am Denkmalsfriedhof betraut sei, daß er aber von keiner Stelle gehört habe, auch nicht in der Stadtverwaltung, daß irgendwo die Absicht bestände, dies altehrwürdige Denkmal zu beseitigen.

Herr Barckhausen hielt dann den angekündigten Vortrag über Luftschiffhallen.

Technischer Kursus für Juristen und Verwaltungsbeamte im Juli-August 1911 in Hannover-Göttingen.

Die „Göttinger Vereinigung zur Förderung der angewandten Physik und Mathematik", die aus einer größern Zahl deutscher Großindustrieller und aus Professoren der Georg August-Universität in Göttingen besteht, hat, wie die „Technik und Wirtschaft" mitteilt, mit Genehmigung des Kultusministers in Berlin einen neuartigen Kursus für Juristen und Verwaltungsbeamte eingerichtet, in welchem Professoren und Dozenten der Königlichen Technischen Hochschule in Hannover und der Göttinger Universität Vorträge halten werden über: Bauwesen (neuzeitliche Großkonstruktion, Finanzierung industrieller Betriebe, Stein und Eisen), Maschinenwesen (Eisengewinnung und -verarbeitung, Ueberlandzentralen), Elektrotechnik, Chemie (reine und technische), Butter und Margarine, Gasbeleuchtung, angewandte Physik und Mathematik, Geodäsie (drahtlose Telegraphie, Luftfahrzeuge, Erdbebenmessung), Geologie (Kali-, Kohlengewinnung, Erzbergbau), gerichtliche Medizin und Hygiene, Landwirtschaft usw. An die Vorträge schließt sich eine große Zahl interessanter Besichtigungen an. Durch diesen Kursus, der am 17. Juli in Hannover beginnen und am 12. August in Göttingen endigen wird, aber auch abschnittweise besucht werden kann, soll Juristen und Verwaltungsbeamten aus ganz Deutschland — Vorbedingung: Absolvierung des ersten juristischen Examens, Studenten ausgeschlossen, — Gelegenheit gegeben werden, einen möglichst klaren Einblick in technische und naturwissenschaftliche Gebiete zu erhalten, mit denen sie ihre amtliche Tätigkeit häufig in Berührung bringen wird. Den Kreisen, für welche der Kursus bestimmt ist, ist es nicht immer möglich gewesen, sich in der Studienzeit oder später die wissenswerten technischen Einblicke zu verschaffen oder sich über den heutigen Stand der Wissenschaft auf diesen Gebieten zu unterrichten. Die von den Vereinigungen für staatswissenschaftliche Fortbildung in Berlin und Köln veranstalteten Kurse sowie die Lehrgänge der Frankfurter Gesellschaft für wissenschaftliche Ausbildung können bei dem umfassenden Lehrstoff aus staatswissenschaftlichen Gebieten nur in geringem Maße technisch-wirtschaftliche Fragen behandeln. Daher werden die hier genannten Vorträge besonderm Interesse begegnen. In Hannover und in Göttingen dauert der Kursus je zwei Wochen. Anmeldung bis zum 10. Juli an die Adresse: Naturwissenschaftlich-technischer Kursus für Juristen und Verwaltungsbeamte in Göttingen (Königliches Universitäts-Kuratorium). Die Leitung des Kursus liegt in der Hand des Universitätskurators in Göttingen. Dort ist auch auf Wunsch das genaue Programm für den Kursus jederzeit erhältlich.

Zeitschriftenschau.

A. Hochbau,

bearbeitet von Reg.-Baumeister Dr.-Ing. Meyer in Hannover.

Kunstgeschichte.

Baugeschichte und Ausbau der Saalburg. Auszug aus dem Vortrage von Landbauinspektor Jacobi auf der Wanderversammlung des Verbandes deutscher Arch.- u. Ing.-Vereine zu Frankfurt a. M. (Deutsche Bauz. 1910, S. 658.)

Palast Theodorichs des Großen in Ravenna und S. Marco in Venedig. Baugeschichtliche Abhandlung von Baurat Prieß. — Mit Abb. (Z. f. Bauw. 1911, S. 30.)

San Gimignago, eine gotische Bergstadt in Toscana; Reiseskizze von Dr. Fritz Hoebe. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1910, S. 663.)

Münster der Augustiner Chorherren zu St. Afra in Meißen. Baugeschichtliche Untersuchung von Geh. Hofrat Prof. Hartung. — Mit Abb. (Z. f. Bauw. 1911, S. 58.)

Krakau als Kunststadt. Kurzer, bemerkenswerter Abriß der Baugeschichte der bedeutendsten Bauten Krakaus; von Alfr. Lauterbach. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1910, S. 630, 649.)

Oeffentliche Bauten.

Gebäude für kirchliche Zwecke. Kirchtürme mit Schneidendach; von H. Lutsch. Nachweis, daß die Schneidendächer auf Kirchtürmen nicht nur bei Dorfkirchen, sondern auch vielfach bei Stadtkirchen vorkommen. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1910, S. 522.)

Evangelische Garnisonkirche in Ulm a. D.; Arch. Prof. Dr. Theodor Fischer in München. Alle tragenden Teile in Eisenbeton, die nichttragenden Umfassungswände und die Türme in Backsteinmauerwerk. Gründung auf „Straußpfählen". Spannweite des Gewölbes des Kirchenschiffes 22,5 m. Ausführende Firma Dyckerhoff & Widmann in Karlsruhe. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 273.)

Kirche und Presbyterium zu Botmeur (Finistère, Frankreich); Arch. Chaussepied in Quimper. Moderne romanische Formen; 800 Sitzplätze. — Mit Abb. (Constr. moderne 1910, S. 138.)

Die neuen deutschen Bauten in Jerusalem. Kirche Maria Heimgang und das Benediktinerkloster auf dem Sion, Arch. Renard in Köln; Kaiserin-Auguste-Viktoria-Stiftung auf dem Oelberge, Arch. Leibnitz in Berlin. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1911, S. 1, 25, 33, 37, 45, 69.)

Gebäude für Verwaltungszwecke und Vereine. Neues Bahnhofsgebäude der Südringstation „Hohenzollerndamm" bei Berlin. Moderner Renaissancebau in Muschelkalk. — Mit Abb. (Baugew.-Z. 1910, S. 926.)

Haupthalle des Empfangsgebäudes im neuen Hauptbahnhof Karlsruhe. 70 m Länge, 18 m Breite und 14 m Höhe im Lichten. Monumentale Raumwirkung. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 293.)

Neuer Zentralbahnhof der Pennsylvania-Eisenbahn in Newyork. Moderne, antikisierende Formen; Ausführung in Werksteinen. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1910, S. 825, 833, 845, 853.)

Neubau des Reichsmilitärgerichts am Lietzensee in Charlottenburg; Arch. Kayser & v. Großheim. Barocke Formen. Werkstein. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1910, S. 709, 725.)

Engerer Wettbewerb für ein Dienstgebäude der obersten Marinebehörden in Berlin. Besprechung der Entwürfe von Cremer & Wolffenstein, Kayser & v. Großheim, Reinhard & Süssenguth, Schmieden & Böthke und Franz Schwechten. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1910, S. 775.)

Wettbewerb für ein Post- und Telegraphengebäude in St. Blaise. Bericht des Preisgerichts. Auffallend unbedeutende Entwürfe. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 356.)

Engerer Wettbewerb für das neue Rathaus in Schöneberg bei Berlin (s. 1911, S. 173). Besprechung der Entwürfe von Beyer & Niedenhoff, Prof. Kuhlmann und Jürgensen & Bachmann. (Deutsche Bauz. 1919, S. 530.)

Försterhaus für Rothpletz (Aargau); Arch. Fröhlich. 10×11,5 m Grundfläche; 9 Wohnräume. 1 cbm umbauten Raumes kostet 20 M. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 185.)

Gebäude für Unterrichtszwecke. Volksschule für Attendorn i. W.; Arch. Feldberg und Stockert in Elberfeld. 6 Klassen. (Baugew.-Z. 1910, S. 1037.)

Neue Schulbauten in Fürth in Bayern. Volksschulneubau und Volksbrausebad an der Frauenstraße; Arch. Stadtbaurat Holzer. Moderne Renaissance. Werkstein mit Putzflächen. Baukosten 376000 M., Mobiliar 46800 M., Nebenanlagen 26000 M. 1 cbm kostet 20,24 M. einschl. Einrichtung; 1 qm kostet 179,52 M.; Baukosten für einen Schulplatz 263,40 M. — Mit vielen Abb. (Deutsche Bauz. 1910, S. 569.)

Gemeindeschule in Brugg (Aargau); Arch. Fröhlich. 12 Klassen. Kalkstein mit Besenwurfputz. Baukosten 256000 M. Im Hof Schmuckbrunnen von Hünerwadel. Moderne Formen, malerische Gruppierung und gut gelöste Anlehnung an die alte Stadtmauer. — Mit zahlr. Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 171.)

Wettbewerb für ein Gewerbeschulhaus in St. Mangen (St. Gallen). Bericht des Preisgerichts. — Mit Abb. der preisgekrönten Entwürfe. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 280, 291.)

Handelsschule in Paris. Moderne Formen. — Mit zahlr. Abb. (Constr. moderne 1910, S. 125.)

Gebäude für Gesundheitspflege. Neues Krankenhaus der Gemeinden Reinickendorf, Tegel, Wittenau und Rosenthal in Reinickendorf; Arch. Mohr & Weidner in Charlottenburg. 400 Betten. Baukosten 2750000 M. Preis für die Betteinheit 6850 M. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1910, S. 789, 817.)

Neubau des Nathanstifts in Fürth in Bayern; Arch. Stadtbaurat Holzer. Wöchnerinnen- und Säuglingsheim. Moderner Barockbau; Werkstein mit Putzflächen; Baukosten mit Einrichtung 313300 M. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1910, S. 561.)

Neubau des Kinderheims in Gr.-Möllen; Arch. Tarka in Köslin. Schlichte moderne Architektur; Terrasitputz; Baukosten 100000 M. — Mit Abb. (Baugew.-Z. 1910, S. 963.)

Neubau einer Turn- und Festhalle in Homberg (Reg.-Bez. Kassel); Arch. Keller in Essen. Turnsaal 15×30 m; Fachwerkbau; Baukosten 26500 M. (Baugew.-Z. 1910, S. 991, 1003.)

Gebäude für Kunst und Wissenschaft. Neues Stadttheater in Posen; Arch. Prof. Littmann in München. Baukosten 1830000 M. 1 cbm kostet 30 M. und ein Platz 1690 M. — Mit zahlr. Abb. (Deutsche Bauz. 1911, S. 57, 65.)

Gebäude für Ausstellungszwecke. Bauten der Oberpfälzischen Kreisausstellung zu Regensburg. Kurze Beschreibung der Hauptgebäude und Lageplan. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1910, S. 653.)

Das Zürcher Kunsthaus; Arch. Curjel & Moser in Karlsruhe. Sammlungsgebäude, Geschäftsräume, Bibliothek und Ausstellungshalle. Dach ganz in Glas gedeckt! — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 193, 210.)

Gebäude für Handelszwecke. Wettbewerb für die Kantonalbank in Herisau (Schweiz). Städtebaulich bemerkenswerte Aufgabe. Bericht des Preisgerichts. — Mit Abb. der preisgekrönten Entwürfe. (Schweiz. Bauz. 1910, II., S. 223.)

Markthallen und Schlachthöfe. Neubau einer Großmarkthalle in München; Arch. städt. Baurat Rich. Schachner. Baukosten 2500000 M. Schlichter Putzbau in modernen Formen. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1910, S. 621, 645.)

Leichenhäuser und Friedhöfe. Neubauten des Südfriedhofes in Leipzig; Arch. Stadtbaurat Oberbaurat Scharenberg in Leipzig. Romanische Formen. Gesamtbaukosten 1896410 M. — Mit zahlreichen Abb. (Deutsche Bauz. 1910, S. 741, 753, 761, 769.)

Friedhofshalle für Brugg (Aargau); Arch. Fröhlich. Innen allegorisches Rundgemälde von Lucius in Berlin. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 186.)

Neuere englische Krematorien. Krematorien zu Woking bei London, Manchester und Hull. — Mit Abb. (Constr. moderne 1911, S. 185.)

Privatbauten.

Gasthäuser. Alpenhotel am Mont Buet. Beschreibung des in 2000 m Höhe erbauten kleinen Hotels. — Mit Abb. (Constr. moderne 1911, S. 223.)

Arbeiterwohnungen. Arbeiterhaus in Orléans. Im Erdgeschoß Waschküche, Küche, Stube („Salle à manger“), im Obergeschoß zwei Stuben und Terrasse. Baukosten des Doppelhauses 9600 M. — Mit Abb. (Constr. moderne 1910, S. 140.)

Wohn- und Geschäftshäuser. Wohnhausgruppe in Hannover; Arch. Türnau. Vier- und Dreizimmerwohnungen; moderner Backsteinbau. — Mit Abb. (Baugew.-Z. 1910, S. 899.)

Villa Hahne in Berlin-Schmöckwitz; Arch. Loris. Unruhige moderne Formen; Terranovaputz. Im Erdgeschoß Diele, Küche, zwei Zimmer und Veranda, im Obergeschoß drei Zimmer und Bad. Klarer Grundriß, große Räume. Baukosten rd. 25000 M. — Mit Abb. (Baugew.-Z. 1910, S. 982.)

Häuser Herz in Köln und Lindgens in Mülheim am Rhein; Arch. Ziesel und Friedrich in Köln. Einfamilienhäuser; Terrasitputz mit Muschelkalk; moderne Formen. Kurze Beschreibung. Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1910, S. 677.)

Einfamilienhäuser; Arch. Opitz in Straßburg i. E. Im Erdgeschoß Küche und zwei Zimmer, im Obergeschoß drei Zimmer. Bebaute Fläche rd. 85 qm; Preis für 1 cbm 16 M. Gesamtbaukosten 12500 M. — Mit Abb. (Baugew.-Z. 1910, S. 887.)

Wohnhaus Zweifel-Kubli in Netztal (Schweiz); Arch. Streiff & Schindler in Zürich. Moderne schlichte Formen; Putzbau; Wirtschaftsräume im Keller; im Erdgeschoß Küche und drei Zimmer, im Obergeschoß und Dachgeschoß je vier Zimmer. — Mit zahlr. Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 241.)

Wohnhaus Pfrunder in Zürich. Einfamilienwohnhaus von sechs Zimmern und Zubehör in zwei Geschossen. Moderner Putzbau mit Werksteinsockel. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 297.)

Wohnhaus Oehler in Brugg (Aargau); Arch. Fröhlich. Moderne Formen. Im Erdgeschoß Küche, Diele und vier Zimmer, im Dachgeschoß fünf Zimmer. Baukosten 20,8 M. für 1 cbm. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 186.)

Wohnhaus Wegelin-Naeff; Arch. Pfleghard und Haefeli in Zürich. Rötlich getönter Putzbau; rotes Ziegeldach. Im Erdgeschoß Halle, Küche und 4 Räume, in den 2 Obergeschossen je 7 Räume und Bad. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 308.)

Wohnhaus Dr. Busch in Baden (Aargau); Arch. Honegger in Zürich. Kurze Beschreibung. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 370.)

Villa in Montmorency. Grundfläche 8,15 × 10,25 m. Unruhige moderne Formen. — Mit zahlr. Abb. (Constr. moderne 1911, S. 232.)

Kaufhaus für Juwelen, Gold- und Silbersachen in Paris an der Place de l'Opéra; Arch. Knight. — Mit zahlr. Grundrissen und Ansichten der mit großer Pracht ausgestatteten Innenräume. (Constr. moderne 1911, S. 196, 211.)

Fabrikgebäude. Walzenmühle von Leysieffer & Lietzmann in Köln-Deutz; Arch. Blaesen in Köln-Deutz. Backsteinbau in modernen Formen. — Mit Abb. (Baugew.-Z. 1910, S. 924, 935.)

Hochbaukonstruktionen.

Eisengerüst zur Instandsetzung der Andreas-Kirchtürme in Braunschweig. Beschreibung der sehr bemerkenswerten Ausbildung von Stadtbaumeister Gebensleben in Braunschweig. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1910, S. 495.)

Eisenbetonkonstruktionen im Neubau des Kollegiengebäudes der Universität Freiburg i. B.; Arch. Prof. Billing in Karlsruhe. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1911, Beilagen zu Nr. 4 und 8.)

Künstlerisches und Technisches vom Putzbau. Zeitgemäßer und wertvoller Hinweis auf die Vorzüge des reinen Kalkputzes von Bauamtmann Oskar Kramer. (Deutsche Bauz. 1910, S. 656.)

Neuere feuersichere Türen; von Bauinspektor Wendt. Beschreibung einiger neuer in Berlin baupolizeilich zugelassener Ausbildungen. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1910, S. 654, 669.)

Innerer Ausbau, Ornamentik, Kunstgewerbe, Kleinarchitektur.

Erfindung des europäischen Porzellans. Quellenmäßiger Nachweis von Hermann Peters in Hannover, daß in erster Linie Tschirnhaus und dann erst Böttger als Erfinder des Porzellans in Europa zu nennen ist. (Archiv f. d. Gesch. d. Naturw. u. Technik 1911, II, S. 399.)

Schwäbische Stein- und Holzskulpturen des Mittelalters in Ulm. — Mit zahlr. Abb. (Hirths Formenschatz 1910, Heft 11.)

Meisterwerke muhamedanischer Kunst in München 1910 (s. 1911, S. 265). Abbildung hervorragender kunstgewerblicher Arbeiten nach Aufnahmen von Bruckmann in München. (Hirths Formenschatz 1910, Heft 10 und 12.)

Kunstgewerbliche Schätze aus dem Museum zu Speyer. Abbildungen von zum Teil noch nicht veröffentlichten kunstgewerblichen Meisterwerken von der etruskisch-römischen bis zur Barockzeit. (Hirths Formenschatz 1910, Heft 7.)

Architektur und Kunstgewerbe auf der Brüsseler Weltausstellung. Abbildungen charakteristischer Beispiele von Ausstellungs-Gegenständen der verschiedenen Nationen mit Text. (Kunst u. Handw. 1911, S. 115.)

Denkmäler.

Denkmalpflege und Gartenkunst. Auszug aus den Referaten von Prof. Dr. Gradmann in Stuttgart und Prof. Dr. Göcke in Berlin auf dem XI. Tag für Denkmalpflege in Danzig. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 239.)

Wettbewerb für ein Bismarck-National-Denkmal bei Bingerbrück. Entwürfe von Brurlin und Bodo Ebhard. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1911, S. 76.)

Grabdenkmäler in Bordeaux; Arch. Uhry. Zwei Familien-Grabdenkmäler. — Mit Abb. (Constr. moderne 1911, S. 212.)

Städtebau.

Wettbewerb für die westliche Stadterweiterung von Frankenhausen am Kyffhäuser; von Theod. Goecke in Berlin. Kritik der besten Entwürfe. — Mit Abb. (Städtebau 1910, S. 133.)

Döberitzer Heerstraße; von Geh. Baurat Fey in Berlin. Baubeschreibung. — Mit Abb. (Z. f. Bauw. 1911, S. 70.)

Vorschlag zur städtebaulichen Ausgestaltung von Potsdam. — Mit einem Stadtplan. (Deutsche Bauz. 1910, S. 865.)

Haberlandstraße in Schöneberg; Architekt Giesecke, Wenzke und Jatzow. Malerische Anlage in Nürnberger Renaissanceformen (Bayrisches Viertel). — Mit Abb. (Baugew.-Z. 1910, S. 1013, 1024, 1209.)

Tempelhofer Feld (s. **1911**, S. 266); von Prof. Dr.-Ing. Blum in Hannover. Zeitgemäße Vorschläge für eine großzügige Eingliederung des Tempelhofer Feldes in den Plan von Groß-Berlin. (Deutsche Bauz. 1910, S. 754.)

Baukünstlerische Entwicklung von Frankfurt a. M. in den letzten 100 Jahren. Vortrag von Baurat Neher in Frankfurt a. M. auf der 19. Wanderversammlung des Verbandes Deutscher Arch.- u. Ing.-Vereine in Frankfurt a. M. 1910. — Mit zahlr. Abb. (Deutsche Bauz. 1910, S. 595, 603.)

Holzhausen-Park in Frankfurt a. M. und seine Bebauung. Hinweis auf den ausgeschriebenen Wettbewerb. Mit Abb. des Vorschlages von Prof. Pützer. (Deutsche Bauz. 1911, S. 77.)

Gartenstadt München-Perlach; Arch. Berlepsch und Hansen. Vorwort über das englische Wohnungswesen. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 340.)

Ideen-Wettbewerb für Genfer Lokalarchitektur. Wettbewerb der „Classe des Beaux-Arts“ der „Société des Arts“ in Genf zu Skizzen von 1. einfachen Familienwohnhäusern im Kostenbetrage von 24 000 M. und 2. Schauseiten zu einfachen Gewerbe- und Wohnhäusern in Genf. Bericht des Preisgerichts. — Mit Abb. der preisgekrönten, künstlerisch aber zum Teil bedeutungslosen Entwürfe. (Schweiz. Bauz. 1910, II, S. 322.)

Verschiedenes.

Neuere Arbeiten von Bruno Möhring in Berlin; von Arch. Walter Leweß in Berlin. Weinkellerei von Kayser & Co. in Trarbach; Ausstellungs-Eingangshalle für Buenos-Aires; Rhenanen-Haus in Freiburg i. Br.; Turnhalle für Striegau; Rathaus für Naugard; zwei Grabdenkmäler. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1910, S. 695.)

B. Heizung, Lüftung und künstliche Beleuchtung,

bearbeitet von Dr. Ernst Voit, Professor in München.

Heizung.

Gaskoke und Hüttenkoke für Sammelheizungen (s. **1911**, S. 267). Gegenüber dem Erlaß des preußischen Handelsministeriums wird hervorgehoben, daß mit Unrecht die Zechenkoke als Sammelheizungskoke par excellence ausgegeben wird; die Zechenkoke zeichne sich nicht immer durch Reinheit, geringern Feuchtigkeitsgehalt und geringern Preis bei gleichem Heizwert aus. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 66.) — Dipl.-Ing. G. de Grahl, weist durch Versuche nach, daß bei gleicher Schichthöhe und Breite des Füllschachtes die Verbrennung von Hütten- und Gaskoke keine wesentlich verschiedene Menge von CO gibt. CH_4 bildet Gaskoke nur während der Beschickung, Schmelzkoke dagegen auch während der ganzen Entgasungszeit; der CO_2-Gehalt in den Verbrennungsgasen schwankt bei Schmelzkoke stärker als bei Gaskoke; Heizwert und Verbrennungstemperatur sind bei beiden Kokearten fast gleich. Gaskoke haben häufig die sehr unangenehme Eigenschaft des Schlackens, worauf bei ihrem Einkauf besonders zu achten ist. Das starke Schlacken ist bedingt durch die Auswahl des für die Kokebereitung benutzten Rohstoffes und in dieser Hinsicht sind der Reihe nach als immer weniger günstige Rohstoffe zu bezeichnen: englische Kohle, Ruhr- und schlesische Kohle, Saarkohle und endlich böhmische und sächsische Kohle. Gaskoke sind hiernach für die Sammelheizungsanlagen wegen der geringern Anschaffungskosten und des billigern Betriebes geeigneter als Schmelzkoke. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 198.)

Verdampfungsversuche mit Kokegries. In einem städtischen Gaswerk fand in zwei Zweiflammrohrkesseln der im Gaswerk anfallende Kokegries Verwendung; die Versuche ergaben einen äußerst günstigen Dampfpreis, der durch den niedrigen Brennstoffpreis (7,33 M. für die Tonne) bedingt war. Nutzbar gemachte Wärme 66,2 %; Kaminverlust 14,3 %; Herdrückstand 3,6 %; Strahlung, Leitung und Ruß 15,9 %. (Z. d. Bayer. Rev.-Ver. 1911, S. 23.)

Luftheizanlage mit Winddruckluftzug in Danzig. Vier oben abgedeckte Schlote haben nach den vier Himmelsrichtungen gelegene seitliche Oeffnungen, gehen von der Heizkammer aus über Dach und münden unten mit Oeffnungen gegen eine Kammer. Die Oeffnungen sind mit als Ventile wirkenden und auf Drahtnetze sich auflegenden Papierklappen versehen, so daß Luft durch den Winddruck in die Kammer und von da durch einen begehbaren Entstaubungskanal in die Heizkammer getrieben wird. Der Heizofen besteht aus einem untern gemauerten Teil und aus einem Netz oben liegender und wagerecht verlaufender Eisenrohre. Die in der Heizkammer erwärmte Luft tritt in eine Verteilungskammer und von da aus durch Kanäle in die einzelnen Räume, und zwar dicht unter der Decke. Mit Anweisung für den Heizer. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 140.)

Gußeiserne Gegenstrom-Gliederkessel der Prinz Carlshütte, Eisengießerei und Maschinenbau A.-G. in Rothenburg a. d. Saale. Leichte und bequeme Reinigung. Die Rauchkanäle sind durch Deckel geschlossen, welche von beiden Seiten oben angebracht sind; nach Abnahme der Deckel kann die Reinigung von außen vorgenommen werden, wobei der Ruß in den Sockel fällt. Anordnung für Warmwasser und Niederdruckdampf. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 71.)

Betriebsversuche mit dem selbsttätigen Druckregler und Sicherheitsapparat „Ideal“ von Dieker und Werneburg für Niederdruckdampfheizkessel. Sobald eine bestimmte Spannung überschritten wird, drückt der Regler das Wasser aus dem Syphonrohr und es kann dann der Dampf austreten und unter den Rost der Feuerung geleitet werden. Eingehende Beschreibung; Versuche. Nach den Versuchen bleibt das Kesselhaus frei von austretendem Wasser und Dampf und hört das Abblasen von Dampf nach kurzer Zeit auf. Der Regler ist daher in den Heizräumen der preußischen Staatsgebäude zugelassen. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 141.)

Wirtschaftlichkeit der Dampf- und Wasserheizung (s. **1911**, S. 268). Auseinandersetzung zwischen Dr. M. Wierz, O. Krell sen., Ing. F. Möller, Dipl.-Ing. Gauwaky und Ing. Joh. Körting. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 57.)

Generelle Wärmereglung in Dampfheizungen und in Dampfwarmwasserheizungen; von Obrebowicz. Als Nachteil der üblichen Dampfheizung ist anerkannt, daß die Erwärmung der Heizkörper sich bei geringem und bei vollem Dampfzufluß nur wenig ändert, und daß eine generelle Reglung nicht möglich ist. Ersteres kann durch das Luftumwälzungsverfahren im Heizkörper ziemlich gut vermieden werden. Verfasser beschreibt für Niederdruckdampfheizung eine Reglungsweise durch unmittelbare Entgegenstellung des Luftdrucks gegen den Dampfdruck, sowie eine zweite durch mittelbare Entgegenstellung und schließlich eine Fernreglung für Dampfwarmwasserheizungen. Zur gleichmäßigen Verteilung der generell eingestellten Wärmeabgabe auf die ganze Oberfläche des Zimmerheizkörpers wird neben dem bekannten

Luftumwälzungsverfahren eine Anordnung empfohlen, durch die der eintretende Dampf gezwungen wird, gegen die untern Teile des Heizkörpermantels zu strömen und an dem Mantel entlang emporzusteigen. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 101.)

Unmittelbare Nadelventil-Hochdruckdampfheizung von O. Krell sen. in Nürnberg. Die sich für größere Hallen in Fabriken, Museen usw. wegen ihrer Einfachheit, Billigkeit, leichten Regelbarkeit und sparsamen Wärmeverbrauchs gut eignende, für Wohnräume aber nicht geeignete Heizung wird eingehend unter Beifügung von Tabellen beschrieben. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 23.)

Heizungs-, Lüftungs- und Maschinenanlage der Gebäude der Metropolitan-Lebensversicherungs-Gesellschaft in Newyork; von Arthur Ohmes. Ein Hauptbau mit 10 Ober- und 2 Untergeschossen und ein Turmbau von 48 Ober- und 2 Untergeschossen; nahe beim Hauptgebäude noch eine Druckerei und eine Kirche. Alle Bauten werden von einer im Hauptbau untergebrachten Sammelstelle mit Dampf, Kraft und elektrischer Beleuchtung versehen, wobei der Abdampf der Maschinenanlage fast immer für die Beheizung der Gebäude und für die Warmwasserbereitung genügt. Die Erwärmung der Räume erfolgt durch 15000 ^{qm} Radiatoren-Heizfläche und 800 ^{qm} Luftheizkörper; mit Dampfluftheizung sind nur einige Zimmer für die höhern Beamten der Gesellschaft im zweiten Stockwerk und ferner große im zehnten Stockwerk untergebrachte Säle versehen. Abluftlüftung ist insbesondere in den Aborten, Küchen und Speisekammern, aber auch in vielen Zimmern. Sämtliche senkrechte Heizstränge sind in Mauerschlitzen untergebracht und jeder Heizstrang besteht aus den drei Leitungen für Dampf, Kondenswasser und Entwässerung. Insbesondere im Turmbau muß bei der Erwärmung ein starker von unten nach oben gehender Luftzug und damit eine starke Wärmezufuhr nach oben hin erfolgen, deshalb ist bei Berechnung der Heizflächen für die untern Räume ein beträchtlicher Zuschlag vorgesehen. Gesamte stündliche Wärmeabgabe bis zu 15000000 W. E.; gesamte stündliche Leistung der Lüftung 338000 ^{cbm} Zuluft und 578000 ^{cbm} Abluft. Eingehende Beschreibung der Kessel- und Maschinenanlage. Verminderung der Belästigung durch die Flugasche aus dem Schornstein. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 17.)

Gasfernheizung. Auseinandersetzungen zwischen Dr. Geitmann und Gramberg über Gefahren des Generatorgases, Wirkungsgrad der Generatoren und die Kessel der Unterstationen. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 64.)

Fernheizanlage für Hauptbahnhof München; von Eisenbahnassessor Angerer. Allgemeines über Hauptvorteile und Kosten einer Fernheizung. Im vorliegenden Falle zu erfüllende Forderungen. Eingehende Beschreibung der ganzen Anlage und ihrer einzelnen Teile einschl. der Einrichtungen für die Fernmeldung, die selbstschreibende Kontrolle und die Verteilung der Betriebskosten. Die Anlage zählt nach der Höhe des Jahreswärmebedarfs (etwa 38000 Mill. W.E.) und nach der Länge der Fernkanäle (etwa 2600 ^{m}) zu den größten zur Zeit in Deutschland bestehenden Anlagen. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1911, S. 43, 92; Süddeutsche Bauz. 1911, S. 81, 91, 98.)

Elektrische Heizöfen und Warmwassereinrichtungen aus Metallschläuchen. Brockdorff & Witzenmann in Berlin stellen elektrische Oefen her, deren Widerstandselemente aus Metallschläuchen bestehen, die aus schraubenförmig aufgewundenen Metallbändern hergestellt sind. Die Oefen werden mit und ohne Verkleidung aus schwarzemaillierten Eisenblechen verwendet. Zur Warmwasserbereitung läßt man die Metallschläuche von Wasser bespülen. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 190.)

Versuche mit rauchschwachen Feuerungen in den städtischen Betrieben in Karlsbad, durchgeführt vom Stadtbauamt in den Jahren 1904 bis 1909. An Kesseln für Sammelheizungen wurden zunächst Kokefeuerungen angebracht, die zwar rauchlos waren, aber Beschwerden wegen üblen Geruches und ungünstigen Einflusses auf die Vegetation ergaben. Treppenrostfeuerungen nach der Anordnung Mattern hatten gute Ergebnisse, können aber nur als Unter- oder Vorfeuerung gebaut werden, so daß sie in ihrem Anwendungsgebiet beschränkt sind. Vorteilhaft ist bei allen Feuerungen, wenn der Brennstoff zuerst entgast wird und dann erst zur vollen Verbrennung gelangt. Auch bei Feuerungen der Zimmer- und Küchenöfen erhielt man dann gute Ergebnisse. (Oesterr. Wochenschr. für d. öffentl. Baudienst 1910, S. 727; Gesundh.-Ing. 1911, S. 112.)

Lüftung.

Auswahl von Ventilatoren für Lüftungsanlagen (s. **1911**, S. 182, 270); Entgegnung von Ing. H. Recknagel. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 63.)

Luftwäscher; von Dipl.-Ing. Gwosdz. Aeltere Bestrebungen zur Reinigung und Befeuchtung von Luft. Neuere von Gebr. Sulzer ausgeführte Lüftungs- und Heizungsanlage für eine Spinnerei. Eingehende Besprechung der in den letzten Jahren in Amerika verwendeten Luftwäscher. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 181, 205.)

Ozonventilator, ein kleiner Ventilator, der Luft an einer Nernstlampe vorbeisaugt. Die dadurch stark erhitzte Luft wird schnell wieder auf niedrige Temperatur abgekühlt. — Mit Abb. (Elektrot. Z. 1911, S. 94.)

Heizungs-, Lüftungs- und Entnebelungsanlagen in Papierfabriken. Bei der Anlage von Simon, Ruehler & Baumann in Frankfurt a. M. für die Papierfabrik der Papyrus-A.-G. in Mannheim-Waldhof führen zwei getrennte Zentralen den Räumen soviel entsprechend vorgewärmte Luft zu, daß der entwickelte Dampf vollständig aufgenommen und gleichzeitig im Winter die Temperatur auf rd. 25 ^{0} C erhalten werden kann. Die durch den Abdampf von Dampfturbinen erwärmte Luft tritt durch Rohre mit Austrittsdüsen in die Räume. Selbsttätige Feuchtigkeits- und Wärmereglung; von Gleichstrommotoren angetriebene Exhaustoren. — Mit Abb. (Papierfabrikant 1910, S. 1126; Gesundh.-Ing. 1911, S. 111.)

Entnebelung von Färbereien; von Gewerbeinspektor Dr.-Ing. Denker. Bei der Entnebelungsanlage in der Teppichfabrik Vorwerk & Co. in Barmen wird dem Raum mäßig erwärmte Luft dadurch zugeführt, daß ein elektrisch angetriebener Ventilator kalte Luft ansaugt und durch einen mit Dampf geheizten Raum und weiter mittels Verteilungsrohre und Luftverteiler in den Färbereiraum treibt. (Concordia 1911, S. 19; Gesundh.-Ing. 1911, S. 128.)

Zugerscheinungen in geheizten Räumen; von Schech. Es können in normal geheizten Räumen selbst bei geschlossenen Türen und Fenstern unangenehme Zugerscheinungen auftreten. Das zeigte sich bei einer Kirche unterhalb der Mittelschiffwand, indem neben dem von den Heizrohren im Mittelschiff hervorgerufenen warmen Luftstrom die Abkühlung der Luft an den Wänden und Fenstern des Hochschiffes einen abwärts fallenden kalten Luftstrom hervorbrachte. Ebenso wurde in der neuen Festhalle in Landau in der vordern Sitzreihe des Parketts starke Zugluftbelästigung beobachtet. Der von der Bühne aufsteigende warme Luftstrom kühlte sich an der Decke des Bühnenhauses ab und es konnte die erkaltete Luft

nur über dem Proszenium herabfallen. Abgeholfen wurde dem durch ein an der Proszeniumsöffnung angebrachtes Heizrohr. (Südd. Bauz. 1911, S. 62.)

Künstliche Beleuchtung.

Strahlungseigenschaften der elektrischen Glühlampen; von Dr. G. Leimbach in Göttingen. Eingeführt werden folgende Bezeichnungen: spezifischer Wattverbrauch, d. h. die zur Erzeugung einer Kerzenstärke erforderliche Wattzahl; mittlere sphärische Gesamtstrahlung, d. h. der räumliche Mittelwert der in Strahlung verwandelten Energie; mittlere sphärische Lichtstrahlung, d. h. der räumliche Mittelwert der in Lichtstrahlung verwandelten Energie; relatives Strahlungsvermögen, d. h. der Bruch $\frac{\text{Energiewert der Gesamtstrahlung}}{\text{aufgewendete Energie}}$; Lichteffekt, d. h. der Bruch $\frac{\text{Energiewert der Lichtstrahlung}}{\text{Energiewert der Gesamtstrahlung}}$; Nutzeffekt, d. h. der Bruch $\frac{\text{Energiewert der Lichtstrahlung}}{\text{aufgewendete Energie}}$; absolute spezifische Lichtstrahlung, d. h. der Bruch $\frac{\text{mittlere sphärische Lichtstrahlung}}{\text{mittlere sphärische Kerzenstärke}}$. Versuchsergebnisse:

Lampensorte	Relat. Strahlungsvermögen in %	Lichteffekt in %	Nutzeffekt in %	Absol. spez. Lichtstrahlg. in x^{10-9} Watt/qcm	Spezif. Wattverbrauch
Kohlenfadenlampe ..	61,9	2,85	1,75	531	3,8
Nernstlampe	49,2	4,43	2,17	340	2,0
Tantallampe	64,8	4,26	2,75	449	2,02
Osramlampe........	75,6	4,63	3,50	418	1,5

(Z. f. wiss. Photogr. 1910, S. 333; Elektrot. Z. 1911, S. 266.)

Beleuchtungshygiene. Gaster macht darauf aufmerksam, daß man bestrebt sein soll, die für die verschiedenen Arbeiten erforderlichen Beleuchtungen festzustellen, und erwähnt, daß z. B. in Holland die Gesetzgebung für bestimmte Arbeiten ein Mindestmaß der Beleuchtung vorschreibt. (Elektrot. Z. 1911, S. 221.)

Entwicklung der Glühlampentechnik; von Dr.-Ing. Berthold Monasch. Anfänge der Straßenbeleuchtung; erste Versuche mit elektrischer Bogen- und Glühlichtbeleuchtung; Glühlampe von Edison mit Kohlenfaden und von Nernst mit Metalloxyden; Metallfadenlampen. Die Osmiumlampe wurde von Welsbach 1898, die Tantallampe von Siemens-Halske 1905 und die Wolframlampe von der Bayerischen Glühfadenfabrik in Augsburg 1906 in den Handel gebracht. Herstellung der Lampen und Glühfaden; Angaben über die Betriebsverhältnisse der Wolframlampen. — Mit Abb. (Bayer. Ind.- u. Gewerbeblatt 1911, S. 21, 31; Elektrot. Z. 1911, S. 305.)

Osramlampe und ihre Anwendungsgebiete; Vortrag von H. Remané. Beleuchtung von Straßen, Bahnhöfen und Bergwerken. Für Straßenbeleuchtung werden meist 50kerzige Lampen verwendet, die sich in Beziehung auf Haltbarkeit und Brenndauer bewähren; in den Bahnhöfen in Erfurt und Charlottenburg ist eine zufriedenstellende Beleuchtung erreicht. (Bull. des Schweiz. Elektr.-Ver. 1910, S. 177; Elektrot. Z. 1911, S. 17.)

Straßenbeleuchtung mit hochkerzigen Glühlampen. Die Gemeinde Pankow hat eine Probebeleuchtung für Straßen mit 200 und 400 H.-K. Metallfaden-Glühlampen vorgenommen, die zur allgemeinen Zufriedenheit ausfiel. (Elektrot. Z. 1911, S. 46.)

Innenbeleuchtung von Güterwagen während des Ladegeschäftes; von Lasser. Auf einem Berliner Güterbahnhof werden tragbare Bambusstangen als Stromabnehmer benutzt. Als Beleuchtungskörper dient eine Handlampe in Verbindung mit einem widerstandsfähigen Kabel, die einen Schutzkorb trägt und sich sowohl an einem Haken aufhängen als auch an einem Handgriff halten läßt. — Mit Abb. (Elektrot. Z. 1911, S. 62.)

Elektrische Beleuchtung von Kaischuppen; von Hafenbetriebsingenieur Boje in Stettin. Eingehende Schilderung der Anlagen in den verschiedenen Schuppen; Ueberlegenheit einer reinen Metallfadenbeleuchtung gegenüber einer Beleuchtung mit Bogenlicht und Kohlenfadenglühlampen; Messungen der Beleuchtungsstärken; Anlage- und Betriebskosten. — Mit Abb. (Elektrot. Z. 1911, S. 285.)

F. Grund- und Tunnelbau,

bearbeitet vom Geh. Baurat L. von Willmann, Professor an der Technischen Hochschule zu Darmstadt.

Grundbau.

Grundwasser-Isolierungen beim Warenhaus A. Wertheim in Berlin; von F. Bergwald. Da der Grundwasserstand hoch war, wurde er während des Baues in bekannter Weise durch Rohrbrunnen abgesenkt. Gegen den Auftrieb mußten aber die an sich wirksamen Isolierschichten aus Asphalt sowie die Kellerbodenabdeckungen durch Anwendung von Dachpappe, Filz, Jute oder Blei verstärkt bzw. besonders abgedichtet werden. Kurze Beschreibung der Ausführung. (Beton u. Eisen 1911, S. 132.)

Anwendung von Eisenbetonschwimmkästen zur Herstellung von Kaimauern; von Schulze. Die Vorteile der Gründung mit Schwimmkästen aus Eisenbeton werden hervorgehoben; die Gründung einer 220 m langen Kaimauer in 7,5 m Wassertiefe im Hafen von Norre-Sundby am Limfjord wird dafür als Beispiel angeführt und beschrieben. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1911, S. 65.)

Gründung der Pfeiler der Ohio-Brücke zu Beaver (Pa.) mittels Druckluft mit Holzkasten. Ausführliche Beschreibung. — Mit Abb. u. Schaub. (Eng. record 1910, Bd. 62, S. 574.)

Unterbau des Bankers Trust Company-Gebäudes in Newyork. Das eine Grundfläche von 28,4 auf 32,5 m bedeckende 43stöckige Gebäude an der Ecke der Wall- und Nassaustraße wurde mittels Druckluft 18,3 m tief unter der Straßenoberfläche gegründet, wobei alte Senkkasten und Grundmauern zu beseitigen und Nachbargebäude abzustützen waren. Einzelheiten des Arbeitsvorganges. — Mit Abb. u. Schaub. (Eng. record 1910, Bd. 62, S. 677.)

Neuer Grundbau für das alte Bostoner Zollhaus. Das aus dem Jahre 1847 stammende Gebäude aus Backsteinen und Werksteinen soll einen 153 m hohen Turm aus Eisenfachwerk erhalten. Hierzu ist eine Verstärkung des Grundbaues des alten Gebäudes erforderlich. Die Abstützungen und die verwendeten Druckluftkasten werden beschrieben. — Mit Abb. u. Schaub. (Eng. record 1911, Bd. 63, S. 185.)

Stahlpfahl-Gründung für ein siebenstöckiges Brauhaus. Die Säulen des Gebäudes ruhen mit gußeisernen Fußplatten und Trägerrosten auf den Köpfen von je 8 bis 16 Pfählen, die aus mit Beton gefüllten Stahlrohren hergestellt wurden. — Mit Abb. (Eng. record 1911, Bd. 63, S. 295.)

Die Prüfung des Grundbaues vom Munizipal-Gebäude in Newyork. Probebelastung eines Senkkastens für die Gründung des 40stöckigen Gebäudes,

Beobachtungsweise und Ergebnisse. — Mit Abb. u. Schaub. (Eng. record 1911, Bd. 63, S. 196.)

Neue Gründungsverfahren; von Wolfsholz. Als erstes Verfahren wird das Einschrauben eines Erdbohrers mit großem schraubenförmigen Bohrteller geschildert, wobei durch den hohlen Schaft Druckwasser eingespritzt wird. Beim Hochdrehen des Erdbohrers soll dann Zementmilch statt des vorherigen Druckwassers auf den Bohrteller geleitet werden. Beim zweiten Verfahren wird ein Bohrrohr bis auf den tragfähigen Boden abgeteuft, dann wird durch ein besonderes Rohr Druckwasser zum Ausspülen und Reinigen des Bohrrohrs eingeführt, ein Eisengerippe in das Bohrrohr eingesetzt und flüssiger Zementmörtel eingepreßt. (Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 82.)

Dämme, Staudämme und Wehrbauten auf durchlässigem Boden; von Bligh. Besprechung der Abdichtungen und Darstellung ausgeführter Anlagen. — Mit Abb. u. Schaub. (Eng. news 1910, II, S. 708.)

Einrichtung zum Einspülen von Rohren oder Hohlpfählen (D. R. P. 227376) von Siemens & Halske in Berlin. Das Druckwasser nebst den losgespülten Erdmassen wird hier im Rohre selbst nach oben abgeführt, wodurch vermieden wird, daß eine größere Oeffnung, als der Pfahl selbst ausfüllt, ausgespült wird. Beschreibung der Vorrichtung. — Mit Abb. (Beilage 1 zur Deutsch. Bauz. 1911.)

Berechnung der Einspannung und des Spannungsverlaufes bei den in das Erdreich eingegrabenen Pfählen; von H. Will. Es werden Formeln entwickelt unter der Annahme, daß sich die größten Spannungen wie ihre Entfernungen von der Erdoberfläche verhalten. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1911, S. 16.)

Eisenbetonbau auf der Brüsseler Weltausstellung. Unter anderm wird der Eisenbetonpfahl von Krankignoul aus Lüttich beschrieben, der zwischen 50 und 60 cm Durchmesser aufweist und mit einer fernrohrartig, zum Herausziehen eingerichteten Hülle versehen ist, die durch eine besondere Raumvorrichtung eingetrieben und dann ausgefüllt wird. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1911, S. 3.)

Eisenbetonpfähle in vorgebohrten Löchern. Die Pfeiler der Ueberführung der 54. Straße in Newyork, die sich beim Bau des Bahnhofs der Newyork-Central- und Hudson-River-Bahn gesenkt hatten, wurden angehoben und auf einem von Eisenbetonpfählen getragenen Rost neu gegründet, wobei man die Eisenbetonpfähle in vorgebohrten Löchern herstellte, weil man nicht den Platz zum Rammen hatte. — Mit Abb. (Eng. news 1911, I, S. 165.)

Eisenbeton-Rammpfahl, D. R. P. 230436 von Wilhelm Bechtel in Glogau. Diese Rammpfähle besitzen eine besondere Kopfanordnung, deren Haube nach dem Einrammen entfernt werden kann, um Eisenbetonbalken aufsetzen und befestigen zu können. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1911, S. 29 in der Beilage zu Nr. 15.)

Schutz hölzerner Pfähle nach dem Verfahren von Knapen. Für die aus der Erde hervorragenden Pfähle besteht die Gefahr, daß sie durch die Erdfeuchtigbis etwa 40 cm unter und etwa 20 cm über dem Erdboden durch Fäulnis angegriffen werden. Hiergegen wird von Knapen ein Ring von etwas größerer Höhe aus Eisenbeton verwendet, der zwischen sich und dem Holz einen Raum von 10 mm freiläßt, welcher mit einem der Feuchtigkeit widerstehenden, schlechten Wärmeleiter (Asbest, mineralische Wolle usw.) ausgefüllt wird. Ferner wird über dem Ring ein ringförmiges Hutdach aufgesetzt, über dem ein Luftkanal von 25 bis 30 mm Weite bis zur Mitte des Pfostens angebracht ist. Eingehende Beschreibung. — Mit Abb. (Rev. industr. 1911, S. 43.)

Tunnelbau.

Ausbau der zweiten Tunnelröhre des Simplontunnels. Die Generaldirektion hat beschlossen, eine öffentliche Bauausschreibung zu veranstalten. (Schweiz. Bauz. 1911, I, S. 146.)

Die Durchbohrung des Lötschbergtunnels (s. **1911**, S. 285); von Ch. Dantin. Die Arbeiten am Tunnel, die Aufstellung der Maschinen, die Anwendung der Druckluft zur Beförderung der Wagen, die Lüftung, der Stand der Arbeiten und der am 31. März 1911 erfolgte Durchschlag werden ausführlich beschrieben. — Mit Abb. u. Schaub. (Génie civil 1911, Bd. 58, S. 489.) — Kurz besprochen werden Durchschlag und Tunnelarbeiten. — Mit Schaub. (Zement u. Beton 1911, S. 142.)

Tabellarische Zusammenstellung über den Stand der Arbeiten am Lötschbergtunnel in den Monaten November und Dezember 1910 (s. **1911**, S. 285). (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1911, S. 43, 140.)

Monatsausweise über die Arbeiten am Lötschbergtunnel (s. **1911**, S. 285). Stand der Arbeiten in den Monaten Dezember 1910, Januar und Februar 1911. Der mittlere Tagesfortschritt betrug auf der Nordseite 8,52, 8,24 und 7,46 m, auf der Südseite 5,59, 5,91 und 5,89 m. Der geringere Tagesfortschritt im Februar auf der Nordseite rührt daher, daß bei Kilometer 7,101 eine mit Kaolin gefüllte Kluft angeschlagen wurde, die einen Wassererguß von 3 $^{l}/_{sek.}$ bei 28,5° C. zur Folge hatte und einen Einbau bis Kilometer 7,124 nötig machte. Die Kluft verschwand aber erst bei Kilometer 7,175 am 8. März; seitdem ist wieder normaler Betrieb vorhanden. Die wesentlichsten Zahlengrößen für die letzten Monate waren:

	NS.	SS.	Zus.
Im Dezember 1910 Länge des Sohlstollens	6668 m	6664 m	13312 m = 91,54%
Im Januar 1910 Länge des Sohlstollens	6911 „	6827 „	13738 m = 94,51%
Im Februar 1911 Länge des Sohlstollens	7120 „	6992 „	14112 m = 97.08%
Im Dezember 1910 Gesteinstemperatur	25,8°	32°	
Im Januar 1911 Gesteinstemperatur	27°	32°	
Im Februar 1911 Gesteinstemperatur	27,5°	31,5°	
Im Januar 1911 Arbeiteranzahl im ganzen	1368	1704	3072
Im Februar 1911 Arbeiteranzahl im ganzen	1358	1630	2988

Der Durchschlag erfolgte am 31. März 1911. (Schweiz. Bauz. 1911, I, S. 27, 102, 146.)

Die Zufahrtsrampen zum Lassalle-Straßentunnel in Chicago (s. **1911**, S. 286). Stand der Bauarbeiten an dem dritten, unter dem 87,4 m breiten Chicagofluß herführenden Tunnel, der mit Rücksicht auf die Schiffahrt tiefer gelegt wird. Die Zufahrtsrampen werden in Eisenbeton hergestellt. Schilderung des Bauvorganges. — Mit Abb. und Schaub. (Eng. record 1910, Bd. 62, S. 724; Eng. news 1911, I, S. 52.)

Die Hudsonflußtunnel der Hudson- und Manhattan-Eisenbahn-Comp.; von Jacobs. Ausgehend von der geschichtlichen Entwicklung des Unternehmens wird der Vorgang beim Bau der Tunnelrohre und der Bahnhöfe eingehend besprochen, auch werden Angaben über das Kraftwerk, die rollenden Betriebsmittel und die Baukosten gemacht. — Mit Abb. und 2 Tafeln. (Proc. of the inst. of civ. eng. 1909/10, Bd. 3, S. 169 bis 257.)

Der transandische Scheiteltunnel; von Pollok (s. **1910**, S. 270). Arbeiten an dem 3028,3 m langen Tunnel, der nach der chilenischen Seite mit 0,75 % und nach der argentinischen mit 0,2 % abfällt und 25,314 qm Querschnitt hat. Die Eröffnung fand am 5. März 1910 statt. — Mit Abb. u. Schaub. (Engineering 1910, II, S. 880; Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1911, S. 79.)

Elektrische Untergrundbahn der Stadt Schöneberg (s. **1911**, S. 284); von Gerlach. Ausführliche Beschreibung der Bahnanlage, der Ausführung der Tunnelbauten, des Ausbaues der Haltestellen und der Kreuzungen mit andern Untergrundbahnen. — Mit Abb., Schaub. u. 3 Tafeln. (Z. f. Bauw. 1911, Bd. 58, S. 250.)

Métropolitainbahn in Paris; von J. Hervieu (s. **1911**, S. 191). Fortsetzung. Die Ausführung der Arbeiten, das Einbauen der eisernen Lehrgerüste und die Tunneleinwölbung werden eingehend behandelt. — Mit Abb. u. Schaub. (Nouv. ann. de la constr. 1911, S. 18.) Die Linie 8 von Anteuil zur Oper über Grenelle, die letzte Strecke des Netzes, besonders die Versenkung der Tunnelröhren in das Bett der Seine, wird von L. Biette ausführlich besprochen. — Mit Abb., Schaubildern und 1 Tafel. (Génie civil 1911, Bd. 58, S. 385.) Ferner wird die Linie 7 in den Steinbrüchen der Buttes Chaumont von L. Suquet besprochen (s. **1911**, S. 285). — Mit Abb., Schaub. und 1 Tafel. (Génie civil 1911, Bd. 58, S. 510 bis 516.)

Werkzeug für Tunnelaufmessung, das den Tunnelquerschnitt selbsttätig in verjüngtem Maßstabe (1 : 24) aufzeichnet. Kurze Beschreibung. (Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1911, S. 51; Eng. news 1910, Bd. 63, S. 250, mit Abb.)

G. Brückenbau und Fähren; Statik der Baukonstruktionen,

bearbeitet von R. O. Bertschinger in Hannover.

Allgemeines.

Wettbewerb um die Kaiserbrücke in Bremen; von Eiselen und Landsberg. Beschreibung der preisgekrönten Entwürfe. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1911, S. 173, 185; Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 129, 144.)

Stein-, Beton- und Eisenbetonbrücken.

Eisenbeton-Straßenunterführungen in Chicago; von Matthews. Beschreibung der Bauwerke und Beschreibung der von Prof. Talbot ausgeführten Bruchversuche mit Eisenbetonbalken. (Engineering 1911, I, S. 300.)

Talbrücken der Nebenbahn Schorndorf-Welzheim; von Jori & Schächterle. Bauausführung; Kosten. — Mit Zeichn. u. Abb. (Beton u. Eisen 1911, S. 108.)

Neubau der Langenzugbrücke in Hamburg; von Leo. Eisenbetonbrücke mit drei lichten Durchfahrtsöffnungen von 18 und 2×8 m. Die Seitenöffnungen sind mittels einer Sohlenplatte zu völlig steifen Rahmen verbunden, zwischen denen der mittlere Bogen eingespannt ist. Angaben über Berechnung, Ausbildung und Ausführung. — Mit Zeichn. u. Abb. (Beton u. Eisen 1911, S. 123.)

Eiserne Brücken.

Wiederaufbau der Quebec-Brücke; von Skinner. Beschreibung der Aufräumungsarbeiten der eingestürzten Brücke. Zerschneiden der Eisenstäbe mit Sauerstoff-Azetylenflamme. Ausbildung der neuen Brücke und der neuen Pfeiler. — Mit Abb. (Engineering 1911, I, S. 369.)

Einige neuere eiserne Brücken in Rußland, insbesondere die Dnjeprbrücke bei Alexandrowsk; von Bernhard. In Rußland werden in letzter Zeit eiserne Brücken von erheblichem Umfang zur Ausführung gebracht. Besonders lehrreich dürfte die große im Jahre 1908 vollendete Brücke über den Dnjepr bei Alexandrowsk sein, die den von Felsen eingeengten Fluß mittels eisernen Ueberbaues von 190 m Stützweite der Hauptöffnung überbrückt. Das Tragwerk wird durch zwei Auslegerträger mit eingehängten Mittelstücken gebildet. Von den zwei Fahrbahnen ist die obere für die Eisenbahn, die untere für die Straßenbahn bestimmt. Nähere Angaben über die Berechnung und die Bauausführung. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1911, S. 257.)

Umbau der Eisenbahnbrücke über die Elbe in Wittenberge; von Wustehube. Beim Bau eiserner Ueberbauten ist die Rüstung von großer Bedeutung, da von ihrer Wahl die Kosten des Baues und die Ausführungsdauer abhängen. Die mannigfaltigen Ausführungsarten sind bedingt durch die Forderungen, welche die Aufrechterhaltung der in Frage kommenden Betriebe, wie Schifffahrt, Eisenbahn, Fuhrwerks- und Fußgängerverkehr usw., stellen, und von den sonstigen Verhältnissen an der Baustelle. Der Umbau der Elbebrücke in Wittenberge erforderte eine Anzahl außergewöhnlicher Maßnahmen bezüglich Rüstung und Aufstellung, nämlich 1. das Einlegen der fertig nach der Baustelle versandten kleinern Ueberbauten durch Sonderkrane ohne Rüstung; 2. die Aufstellung unter Zuhilfenahme eiserner Rüstungsträger von großer Spannweite — die neuen Ueberbauten wurden zusammengebaut a) auf den Rüstträgern, b) um diese herum, c) unter Benutzung der vorhandenen eisernen Ueberbauten in diese hinein —; 3. der Bau erfolgte auf einer hölzernen Rüstung über der daneben befindlichen Oeffnung. Der Ueberbau wurde in der Längsrichtung in die Endlage verschoben, wobei das freischwebende Ende durch schwimmende Rüstungen unterstützt wurde. — Mit Einzelzeichnungen der Gerüste und Lichtbilder. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1911, S. 578.)

Bewegliche Brücken.

Bewegliche Brücke über den Hafen in Kopenhagen. Zwei einarmige eiserne Klappbrücken nach der amerikanischen Anordnung Strauß. Ausführliche Beschreibung. — Mit Zeichnungen und Lichtbildern. (Engineering 1911, I, S. 402.)

Klappbrücke in Barrow-in-Furness (s. **1911**, S. 289); Fortsetzung. — Mit Zeichnungen. (Engineering 1911, I, S. 147, 207.)

Statik und Festigkeitslehre.

Berechnung von eingespannten Gewölben; von Ritter. Die Berechnung von eingespannten Bogen unter Zugrundelegung der Elastizitätstheorie erfordert nach dem allgemeinen Verfahren ein großes Maß von Arbeit, einerlei ob die Bestimmung der im Innern des Bogens wirkenden Kräfte graphisch oder analytisch erfolgt. Ist der Einfluß einer beweglichen Last zu ermitteln, so ist diese Arbeit nicht zu umgehen, handelt es sich aber um die Berechnung von Spannungen infolge von Eigengewicht oder weniger bestimmter Belastungsgegenstände, so ist nach der vorliegenden Abhandlung eine einfachere und raschere Lösung möglich. Diese Berechnungsweise gilt nicht nur für senkrechte, sondern auch für beliebig gerichtete Lasten, wie sie z. B. bei Gewölben unter hohen Erddämmen auftreten, die nicht nur auf senkrechten, sondern auch auf wagerechten Erddruck zu untersuchen sind, oder bei bogenförmigen Dachbindern, bei denen der Winddruck berücksichtigt werden muß. Die allgemeine

Lösung dieser Aufgabe ist von Prof. Ritter für einen belasteten Stabring entwickelt. (Schweiz. Bauz. 1911, I, S. 161.)

Gleitwiderstand der Eiseneinlagen in den auf Biegung beanspruchten Eisenbeton-Tragwerken; von Heidecker. Durch den Einfluß des Gleitwiderstandes der Haken wird das Spannungsbild im Tragwerke vollständig geändert. Es treten beim frei aufliegenden Balken Erscheinungen auf, die an den Spannungszustand bei Einspannung der Trägerenden erinnern. Wenn die Endhaken so ausgebildet werden, daß sie ausreichen, um den gesamten Gleitwiderstand zu übernehmen, was allerdings erst durch Versuche erwiesen werden müßte, erscheint der Nachweis der Haftspannungen überflüssig. Es kann weiter gefolgert werden, daß sich eine einwandfreie Berechnung des Gleitwiderstandes erst dann geben läßt, wenn es gelingt, die in den Eiseneinlagen wirkende Zugkraft unter den wirklichen Verhältnissen entsprechenden Annahmen zu ermitteln. Die jetzt gebräuchliche Art des Nachweises der Haftspannungen muß unrichtige Ergebnisse liefern, da sie den Einfluß der Endhaken nicht berücksichtigt. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1911, S. 146, 161.)

Versuche mit Betonsäulen; von Rudeloff. Die Aufgabe der Versuche war lediglich, Aufschluß über die zweckmäßigste Form der Querbewehrungen in Eisenbetonsäulen zu erlangen. Ausführliche Beschreibung der Versuche. — Mit Abb. (Beton und Eisen 1911, S. 97.)

Unmittelbare Bestimmung der Armaturen im doppelarmierten Rechteckquerschnitt; von Lichtenstein. Es wird gezeigt, wie sich verhältnismäßig einfach und mit wenig Rechnerei für gegebene Grenzspannungen die Armaturen unmittelbar auf rechnerischem Wege bestimmen lassen. Zwei Rechnungsbeispiele. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1911, S. 199.)

Statik der Stockwerkrahmen; von Wuczkowski. Bei der monolithischen Eisenbetonbauweise stehen die Decken mit den Pfeilern in derart inniger Verbindung, daß sich die einzelnen Glieder des Systems bezüglich ihrer statischen Wirkung gegenseitig beeinflussen. Eine Berechnung, welche diesen Zusammenhang verleugnet und die Glieder einer getrennt geführten Untersuchung unterzieht, ist auf Annahmen angewiesen, deren Stichhaltigkeit nicht auf den ersten Blick beurteilt werden kann. Aus diesem Grunde sieht sich der Verfasser veranlaßt, eine im Hinblick auf die verwickelten statischen Verhältnisse einfache Berechnungsweise für mehrgeschossige zweistielige Rahmen vorzuführen und durch ein Beispiel zu erläutern. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1911, S. 97.)

Vorzüge und Nachteile des Eisenbetons; von Rohland. Dem Chemiker drängt sich zunächst der Gedanke auf, daß Eisen in dem feuchten, Luft bzw. Sauerstoff enthaltenden abbindenden Zement oxydieren müsse. Dies ist jedoch nicht der Fall, und zwar im Gegensatz zu allen andern unedlen Metallen, und dies ist eine der vier Hauptursachen der vorzüglichen Eigenschaften des Eisenbetons als Baustoff. Der Grund, warum gerade das Eisen nicht oxydiert, liegt darin, daß es in alkalischen Flüssigkeiten, wenn sie nicht zu sehr verdünnt sind, gegen Oxydation widerstandsfähig ist. Der Zement gibt aber beim Anrühren mit Wasser infolge der hydrolitischen Spaltung des Kalkes eine stark alkalische Reaktion. Man muß dann nur Sorge dafür tragen, daß das Eisen überall mit einer, wenn auch nur sehr dünnen Schicht von Zement umgeben ist. Eine zweite vorteilhafte Eigenschaft des Eisenbetons ist die in ihm vorgehende Entrostung des Eisens. Versuche im Kleinen bestätigen das, denn beim Einlegen stark verrosteter Eisenstäbe in einen langsam bindenden Zement zeigte sich schon nach 24 Stunden, nachdem die Abbinde- und die erste Erhärtezeit zu Ende waren, daß der Rost dünner geworden war, um schließlich allmählich ganz zu verschwinden. Der dritte Vorzug des Eisenbetons besteht in der großen Haftfestigkeit des Zements an Eisen, die 40 bis 47 $^{kg}/_{qcm}$ beträgt und auf die Abspaltung von Kolloidstoffen beim Anrühren mit Wasser zurückzuführen ist, die beim Gerinnen als ein engzelliges, das Eisen mit großer Kraft umklammerndes Maschengewebe anzusehen sind. Auch die Auswahl des beim Eisenbeton verwendeten Kieses oder Sandes hat große Bedeutung für die Festigkeit, wobei besonders organische Beimengungen zu vermeiden sind; ebenso ist die Korngröße (bei zu grobem Kies oder Sand entstehen Hohlräume, die vielleicht beim Eisen Oxydationserscheinungen hervorrufen könnten) von Wichtigkeit. Endlich soll Sand und Kies frei von löslichen Salzen sein, da sie Auswitterungen an der Oberfläche des Betons hervorrufen. Sehr günstig für den Eisenbeton ist es, daß zufällig die Ausdehnungsbeiwerte von Eisen und Beton nahe beieinander liegen. — Ein Nachteil ist es, daß der Eisenbeton, wie Zement und Beton überhaupt, von Magnesiumsalzen, ferner von allen Säuren und sauren Salzen und von Schwefelverbindungen angegriffen wird. Es dürfen daher Schlackenzemente (nach den preußischen Eisenbetonbestimmungen überhaupt verboten) keine Schwefelverbindungen enthalten. Auch kann das Eisen durch elektrischen Strom beschädigt werden, was besonders in Großstädten mit lebhaftem elektrischen Betrieb in Betracht kommt. Es wurde festgestellt, daß Stromstärken von 0,1 At. starke Anrostungen des Eisens und eine Zersetzung des Betons zur Folge hatten. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1911, S. 202; Chemische Industrie 1910, S. 741.)

Versuche mit eisernen Modellstäben für die Quebecbrücke (s. oben). Ausführliche Angaben. — Mit Abb. (Engineer 1911, I, S. 291, 321.)

Vereinfachung der Formeln für Eisenbetonträger mit einfacher Eiseneinlage. — Mit Rechnungsbeispielen. (Engineering 1911, I, S. 267.)

Die elastische Linie; von Lilly. Untersuchungen der elastischen Linie von Bogenträgern. (Engineering 1911, I, S. 401.)

Vereinfachte Berechnung von eingespannten Gewölben nach der Elastizitätstheorie; von Sor. (Beton u. Eisen 1911, S. 125.)

Beitrag zur Berechnung eingespannter Bögen; von Baumstark. (Beton u. Eisen 1911, S. 128.)

I. Seeuferschutz- und Hafenbauten, Seeschiffahrts-Anlagen,

bearbeitet von Regierungsbaumeister Schilling in Lünen.

Seehäfen.

Kaimaueranlage in Spezia. Der Untergrund an den Ufermauern bestand bis zu 30 m Tiefe aus weichem Boden, der lotrechte Lasten tragen konnte, unter dem Einfluß wagerechter Kräfte aber in Bewegung geriet. An einzelnen Stellen sind daher die alten Mauern bis zu 7 m vorgeschoben worden. Für die neue Kaimauer sind Betonblöcke versenkt, die gegen das Verschieben durch eiserne Anker mit dem festen Boden verbunden sind. Außerdem sind Steinschüttungen vor dem Mauerfuß angebracht. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1911, S. 23.)

Die zukünftigen Verbesserungen des Londoner Hafens. Die geplanten Arbeiten umfassen eine Vertiefung und Verbreiterung der Themse bis London-Bridge und eine Erweiterung der verschiedenen Häfen durch neue Hafenbecken nebst den notwendigen Schuppen usw. — Mit Abb. (Génie civil 1911, I, S. 329.)

Vergrößerungen des Hafens zu Antwerpen. Ausführliche Beschreibung der in einer Verlegung der Schelde und Schaffung neuer Hafenbecken bestehenden Arbeiten. — Mit Abb. (Génie civil 1911, I, S. 266.)

Bau der Mole im Hafen von Djidjelli (Algier.) Die Mole besteht aus Blöcken, die teils aus natürlichem Gestein, teils aus Beton bestehen und mittels eines Krans versenkt wurden. Die Arbeiten sind sehr ausführlich beschrieben. — Mit Abb. (Ann. d. ponts et chauss. 1910, Bd. V, S. 29.)

Verschiffung von Eisenerzen im Hafen von Aguilas in Spanien. Bei der Verladung mittels Schüttrinnen sind die Rinnen an einem Gerüst befestigt, das die Zufuhrgleise trägt und auf einer steinernen Mole ruht. Die Schüttung kann gleichzeitig in zwei Dampfer erfolgen. Stündliche Gesamtleistung 1200 t. — Mit Abb. (Min. of proceed. des engl. Ingenieur-Vereins 1908, S. 332.)

Vorgeschlagene Erweiterungen des Londoner Hafens. Ausführliche Angaben über die geplanten Erweiterungen an den verschiedenen Londoner Häfen, über die Baggerungen in der Themse usw. — Mit Abb. (Engineer 1911, I, S. 110.)

Eine historische Werft. Beschreibung der Amsterdamer Schiffswerft von ihren Anfängen an bis zu ihrer jetzigen Entwicklung. — Mit Abb. (Engineer 1911, I, S. 64.)

Neue französische Dreadnought's-Trockendocks. Beschreibung der Trockendocks in St. Nazaire und Bordeaux. — Mit Abb. (Engineer 1911, I, S. 7.)

Fishguard-Hafen (Südwales). Beschreibung des neuen Hafens. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 97.)

Umbauten des Hafens von Messina. Gleichzeitig mit dem neuen Bebauungsplan für die Stadt sind Pläne für den Hafenumbau aufgestellt. Die neuen Kaimauern erhalten eine Kronenhöhe von 3 m über Mittelwasser und eine Höhe von rd. 13 m. Die Ausführung der Hafenbauten soll Hand in Hand mit den Aufräumungsarbeiten in der Stadt gehen. Der Bauschutt wird zur Auffüllung von Gelände am Hafen und zum Hinterfüllen der Ufermauern und teilweise auch zur Sohlenaufhöhung des an manchen Stellen 60 m tiefen Hafens verwendet. (Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 100.)

Speicheranlagen im Hafen von Konstanza; von Buhle. Beschreibung des Hafens, besonders seiner Einrichtungen für die Ausfuhr von Getreide und für die Einfuhr von Stückgütern. — Mit Abb. (Z. f. Bauw. 1910, S. 545.)

Neuanlagen und Verbesserungen am Fischereihafen Geestemünde; von Joseph. Beschreibung der neuen Ufermauern, Packhallen, Versteigerungshalle usw. — Mit Abb. (Z. f. Bauw. 1911, S. 85.)

Seekanäle.

„Paris ein Seehafen"; Plan einer Kanalisierung der Seine zwischen Paris und Rouen. Die geringste Wassertiefe soll 7,20 m betragen, die Sohlenbreite in den geraden Strecken 35 m und in den Bögen 45 m; der Mindesthalbmesser ist zu 1500 m gewählt; das Gesamtgefälle von rd. 22 m wird durch vier Schleusen von ungleichem Gefälle überwunden. Die Kosten sind auf rd. 240 Millionen Mark veranschlagt. — Mit Abb. (Génie civil 1911, I, S. 325; Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 210.)

Häfen und Wasserwege im Jahre 1910. Kurze Angaben über die im Jahre 1910 an englischen und außerbritischen Wasserwegen und Häfen erfolgten Neubau- und sonstigen Arbeiten. (Engineer 1911, I, S. 4.)

Seeschiffahrtsanlagen.

Gründung des Arngast-Leuchtturms bei Wilhelmshaven. Der auf dem Arngast-Sandwatt im Jadebusen liegende Leuchtturm ist auf einem flußeisernen, auf einem Pfahlrost ruhenden Senkkasten gegründet. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1910, S. 688.)

K. Materialienlehre,

bearbeitet von B. Stock, Ingenieur und ständigem Mitarbeiter des Kgl. Materialprüfungsamts in Gr. Lichterfelde W.

Künstliche Steine.

Feuerfestigkeit der Dinassteine; von Prof. Grum-Grzimaclo. Die Ursachen der Zerstörung von Dinasziegeln in Martinöfen werden an Hand von Gefügebildern erklärt und Vorschläge für die Herstellung guter Ziegel gemacht. — Mit Abb. (Stahl u. Eisen 1911, S. 224; Tonindustrie-Z. 1911, S. 573.)

„Würfelprobe oder Kontrollbalken?"; von Foerster. Es wird die Frage aufgeworfen, ob die bisher zur Bestimmung der Güteprobe des Betons benutzte Würfelprobe in Zukunft durch die neuerdings von Emperger vorgeschlagene Biegeprobe zu ersetzen ist. Vor- und Nachteile beider Probearten werden kritisch erörtert und es wird zur weitern Aussprache hierzu aufgefordert. (Armierter Beton 1911, S. 117.)

Frostwirkung im Beton; von Neumann. Allgemeines über die Einwirkung des Frostes auf Beton. Herabminderung des Gefrierpunktes des Wassers durch Zusatz von Salz. Systematische Versuche über den Einfluß von Salzzusatz. Versuchsergebnisse und ihre Besprechung. Schlußfolgerung. (Beton u. Eisen 1911, S. 83.)

Mitteilung über Zug- und Dehnungsversuche an Betonkörpern mit besonderer Bewehrung; von Steiner. Es sind fünf Arten Zugkörper untersucht, von denen je vier Stück wie folgt armiert waren: Sorte I enthielt Stäbchen von 1 mm ⊖ und 6 cm Länge, die in der Zugrichtung ausgerichtet waren; Sorte II war gleich armiert, die Stäbchen waren jedoch nicht ausgerichtet und lagen willkürlich; Sorte III enthielt Stäbchen von 1 mm ⊖ und 10 cm Länge mit ausgerichteten Stäbchen; Sorte IV war mit Drehspänen armiert; Sorte V war unarmiert. Die erreichten Zugfestigkeiten betrugen für die fünf Sorten 53,03, 32,1, 48,97, 16,1, 19,3 kg/qcm. Die Ergebnisse zeigen somit die Ueberlegenheit der Körper mit gerichteten Stäben gegenüber dem Verbundkörper mit Eisenabfällen und willkürlich gelegten Stäben. (Armierter Beton 1911, S. 35.)

Tetmajers Eisenbetonversuche; bearbeitet von Kirsch und Saliger. Die Versuche umfaßten die Erforschung der Festigkeit und Elastizität des Materials unter Druck-, Zug- und Biegebeanspruchungen und der Haftung, und zwar bei verschiedenen Betonmischungen, Eiseneinlagen und Lagerungsarten. — Mit Abb. (Armierter Beton 1911, S. 29, 81, 120.)

Versuche mit Betonsäulen (s. oben); von Rudeloff. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1911, Beilage vom 8. März, S. 33, und vom 22. März, S. 41.)

Neue Versuche über die Wirkung des elektrischen Stromes auf Eisenbeton; von l'Allemand. Die Ergebnisse der Arbeiten von Knudson, Nicholas, Langsdorf und Chapman werden kurz zusammengefaßt und besprochen. Die Ursache der Rißbildung durch die Wirkung des elektrischen Stromes wird auf die sprengende Wirkung zurückgeführt, die infolge der durch das Rosten hervorgerufenen Volumenvermehrung entsteht. — Mit Abb. (Armierter Beton 1911, S. 63.)

Zur Frage des Schlackenbetons; von Knaff. Versuchsbericht des Hochofenausschusses des Vereins deutscher Eisenhüttenleute über ausgeführte Druck- und Zugversuche mit Betonkörpern und Mörteln verschiedener Schlackensande. Ergebnisse in Zahlentafeln und Schaulinien. (Stahl u. Eisen 1911, S. 373.)

Metalle.

Brikettieren der Eisenerze; von Gröndal. Angaben über das Gröndalsche Verfahren, das hauptsächlich in Schweden angewendet wird. Betriebskosten. (Stahl u. Eisen 1911, S. 537.)

Herstellung von weichem Flußeisen im Elektroofen aus kaltem und flüssigem Einsatz; von Doubs. Erfahrungen und Ergebnisse mit zwei Héroult-Oefen für 5 bzw. 6 t Einsatzgewicht, die zur Erzeugung der Rohstoffe für ein Drahtwalzwerk und Feinblechwalzwerk in Oesterreich aufgestellt sind. In beiden Fällen sind rotierende Umformer in Anwendung, deren Wechselstromerzeuger für 750 KW Normalleistung bemessen sind. Uebersicht über den Verlauf einiger Chargen. Gestehungskosten. (Stahl u. Eisen 1911, S. 589.)

Seilsicherheit bei der Schachtförderung; von Baumann. Es wird die Frage, ob sich die Verwendung von Drähten mit hoher Tragfestigkeit zu Schachtförderseilen empfiehlt, erörtert und an Beispielen nachgewiesen, daß man zweckmäßig für große Schachtteufen Seile mit hoher Bruchfestigkeit verwendet. (Glückauf 1911, S. 264.)

Bemerkenswerte Beobachtungen beim Einsatzhärten von Stahl, im besondern hinsichtlich der Wirkung des Stickstoffes; von Kirner. Das auffällige Verhalten eines stickstoffhaltigen Einsatzmittels in der kohlenden Wirkung gab Veranlassung, eine größere Zahl eingehender chemischer und metallographischer Versuche anzustellen, um für die beobachteten Unregelmäßigkeiten eine Erklärung zu finden. Mitteilung der hierbei gemachten Erfahrungen. Schlüsse auf die Ursache der unregelmäßigen Kohlung. Gefügebilder. — Mit Abb. (Metallurgie 1911, S. 72.)

Die gebräuchlichsten Arten der Thermitschweißung; Vortrag von Brewitt. Besprochen und durch Beispiele erläutert werden das reine Stumpfschweißverfahren, das Umgießungsverfahren und das kombinierte Schweißverfahren. — Mit Abb. (Elektrot. Z. 1911, S. 275.)

Versuche mit Weißmetallegierungen; von Smith und Humphries. Versuchsbericht über Zug-, Druck-, Härte-, Biege-, Schlagversuche und mikroskopische Untersuchungen von fünf Zinn-Antimon-Kupferlegierungen ohne nähere Angabe der Zusammensetzung. — Mit Abb. (Engineering 1911, I, S. 171.)

Fließdruck des Zinns bei höhern Temperaturen; von Jänecke. Es werden die Beziehungen zwischen der Fließgrenze des Zinns und der steigenden Temperatur bis zu 217° festgestellt. Einfluß der Geschwindigkeit auf das Ergebnis. Die Versuche zeigen, daß die Fließgrenze mit dem Steigen der Temperatur stetig abnimmt. Beschreibung der elektrischen Heizeinrichtung. Wiedergabe der Versuchsergebnisse in Zahlentafeln und Schaulinien. — Mit Abb. (Metallurgie 1911, S. 68.)

Physikalische Beschaffenheit des Gußeisens; von H. de Lane. Um die Wirkung der Dichtigkeit eines Gußstückes auf seine physikalischen Eigenschaften zu kennzeichnen, haben sich mehrere Gießereien in Amerika vereinigt und Probestäbe zur Verfügung gestellt, die unter gleichen Bedingungen gegossen wurden. Die gefundenen Festigkeitswerte und Analysen werden mitgeteilt und besprochen. — Mit Abb. (Gießerei-Z. 1911, S. 69, 109, 139, 177.)

Zur Kenntnis des stabilen Systems Eisen-Kohlenstoff; von Ruer und Iljin. Kurve der Löslichkeit des elementaren Kohlenstoffes im festen Eisen; Ausscheidung der Temperkohle. (Metallurgie 1911, S. 97.)

Kohlenstoffgehalte und Gefügeerscheinungen hochgekohlter Eisen-Kohlenstoff-Legierungen; von Hanemann. Untersuchungen über das Aufnahmevermögen des flüssigen überhitzten Roheisens für Kohlenstoff mit steigender Temperatur und des Gefüges des mit Kohlenstoff übersättigten Eisens. Beschreibung des für Laboratoriumszwecke geeigneten Kohlenwiderstandsofens für 220 Volt Spannung. Das Diagramm der Eisenkohlenstoff-Legierungen wurde bis zu dem Kohlenstoffgehalte des Zementits fortgesetzt. Es wird wahrscheinlich gemacht, daß bei den mit Kohlenstoff übersättigten Legierungen Graphit sich unmittelbar aus der flüssigen Lösung auszuscheiden vermag, so daß hier das Nebeneinanderbestehen eines stabilen Systems Eisen-Graphit und eines labilen Systems Eisen-Zementit anzunehmen ist. — Mit Abb. (Stahl u. Eisen 1911, S. 333.)

Neuer kritischer Punkt in Kupfer-Zink-Legierungen; von Carpenter und Edwards. Der von Roberts-Austem in Kupfer-Zink-Legierungen mit 76 bis 46 v. H. Kupfer gefundene Wendepunkt bei 470° ist tatsächlich vorhanden, und nicht, wie Shepherd, Tafel und Bornemann behaupten, auf experimentelle Fehler seiner Vorrichtung zurückzuführen. Erklärung für diese Erscheinung. Darstellung der Erwärmungs- und Abkühlungskurven. Einfluß auf die Eigenschaften der Legierungen. — Mit Abb. (Engineering 1911, I, S. 200.)

Einfluß des Mangans auf die Eigenschaften des Flußeisens; von Lang. Als Ausgangsmaterial diente Elektroflußeisen mit 0,1 v. H. Kohlenstoff, dem 0,285 bis 2,47 v. H. Mangan zugesetzt wurde. Versuche mit unbehandelten, geglühten und abgeschreckten Proben lassen erkennen, daß ein Mangangehalt bis 3 v. H. die Zugfestigkeit erhöht um etwa 1,5 $^{kg}/_{qmm}$ für 0,1 v. H. und ebenso die Härte um etwa 5; Dehnung und Querschnittsverminderung sind aber bei bis 1,5 v. H. Mangan nahezu unverändert und nehmen bei höhern Gehalten schnell ab. Die Kerbzähigkeit wird bis etwa 1,5 % erheblich gesteigert, sinkt dann zunächst langsam und von 1,8 % an sehr schnell. Manganzusatz bis zu 1,5 % bewirkt also eine Verbesserung sämtlicher mechanischer Eigenschaften. Die Koerzitivkraft wurde erhöht, die Permeabilität erniedrigt; die Remanenz blieb praktisch konstant und der elektrische Leitungswiderstand wuchs. (Stahl u. Eisen 1911, S. 181; Metallurgie 1911, S. 15, 49.)

Neue Torsionsmaschine. Die von Prof. Lilly an der Universität von Dublin herrührende Maschine verzeichnet auf einem ringförmigen, um den Probestab herum angeordneten Blatt eine Linie, deren annähernd radial gemessene Ordinaten das entsprechende Drehmoment und deren Abszissen die Verdrehung des Probestabes anzeigen. — Mit Abb. (Engineer 1911, I, S. 175.)

Zugbeanspruchung und elektrischer Leitungswiderstand; von Divis. Die von Hovre gegebenen Anregungen, daß zwischen dem elektrischen Leitungswiderstande und der mechanischen Beanspruchung eines Metalles ein inniger Zusammenhang besteht, sind auf ihre praktische Verwendbarkeit nachgeprüft und es ist gefunden, daß tatsächlich dieser Zusammenhang besteht und die Aenderung des elektrischen Leitungswiderstandes bis nahe zum Bruch fast proportional der Belastungssteigerung ist. Bei den in der Praxis vorkommenden kurzen und starken Teilen von Eisenkonstruktionen ist aber der Leitungswiderstand so klein, daß das angegebene Meßverfahren für Spannungsänderung technisch nicht verwertet werden kann. (Oesterr. Z. f. Berg- und Hüttenw. 1911, S. 187.)

Magnetische Prüfung von Eisenblech; von Epstein. Der vom Verfasser angegebene Eisenprüfapparat kann durch Einbringen einer Sekundärwicklung auch für die Bestimmung der Permeabilität benutzt werden. Beschreibung der Anordnung. Magnetisierungskurven von Dynamo- und Transformatorenblechen mit stumpfer und geschichteter Stoßstelle. Kritische Besprechung der Ergebnisse und Vorschläge für die endgültige Ausführung. Die aufgenommenen Magnetisierungen stimmen mit solchen im Ring innerhalb $1^1/_2$% überein. (Elektrot. Z. 1911, S. 334, 363.)

Rosten eiserner Rohre und ihr Schutz durch den Anstrich; von Friedmann. Das verschiedene Verhalten guß- und schmiedeeiserner Rohre während des Rostens wird auf Grund der elektrolytischen Theorie der Eisenrostung erläutert. Einfluß fremder Stoffe im Eisen und Folgen von Beschädigungen der Rohroberflächen. Untersuchung von 16 Anstrichen auf Farbaufwand, Strich- und Verteilfähigkeit, Schichtdicke, Trockendauer, Abnutzung, Festigkeit, Dehnbarkeit, Elastizität, Widerstandsfähigkeit gegen Wasserdampf und fließendes heißes Wasser. Beurteilung der verschiedenen Anstriche. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1911, S. 538.)

Interessanter Vergleichsversuch mit Bohrern; von Rohde. Vergleichsversuche mit 14 Bohrern verschiedener Art auf einer besonders hergerichteten Bohrmaschine; Angaben über Umlaufzahl, Vorschub, Lochtiefe und Aussehen der Bohrer nach dem Versuch. — Mit Abb. (Werkst.-Technik 1911, S. 205.)

Bücherschau.

Bei der Schriftleitung eingegangene, neu erschienene Bücher:

(In diesem Verzeichnis werden alle bei der Schriftleitung eingehenden Bücher aufgeführt; eine Besprechung einzelner Werke bleibt vorbehalten; eine Rücksendung der eingesandten Bücher findet nicht statt.)

Das Veranschlagen und die Aufstellung von Entwürfen für Hochbauten von J. Redlich, Kgl. Baurat. Dritte erweiterte Auflage. Bearbeitet auf Grund der dritten Auflage der Dienstanweisung für die Ortsbaubeamten der Staatshochbauverwaltung. 122 Seiten in 8° mit 13 Abbildungen und 2 farbigen Tafeln. Berlin 1911. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn. Preis geb. 2,60 M.

Sammlung Göschen. Die Baustoffkunde von Professor H. Haberstroh, Oberlehrer a. d. Herzogl. Baugewerkschule in Holzminden. 164 Seiten in 8° mit 36 Abbildungen. (Sammlung Göschen Nr. 506.)

Maurer- und Steinhauerarbeiten II. Gewölbe und Gurtbogen, steinerne Fußböden und Treppen. Von Dr. phil. und Dr.-Ing. Ed. Schmitt in Darmstadt. 125 Seiten in 8° mit 185 Abbildungen. (Sammlung Göschen Nr. 420.)

Tischler- (Schreiner-) Arbeiten von Professor E. Viehweger, Architekt in Köln a. Rh. I. Bändchen: Materialien, Handwerkzeuge, Maschinen, Einzelverbindungen, Fußböden, Fenster, Fensterladen, Treppen und Aborte. 120 Seiten in 8° mit 628 Figuren auf 75 Tafeln. (Sammlung Göschen Nr. 502.)

Hochbauten der Bahnhöfe von Eisenbahnbauinspektor C Schwab, Vorstand der K. E. Hochbausektion Stuttgart II. Band I Empfangsgebäude, Nebengebäude, Güter- und Lokomotivschuppen. 114 Seiten in 8° mit 91 Abbildungen. (Sammlung Göschen Nr. 515.)

Schmalspurbahnen (Klein-, Arbeits- und Feldbahnen) von Dipl.-Ing. August Boshart in Charlottenburg. 126 Seiten in 8° mit 99 Abbildungen. (Sammlung Göschen Nr. 524.) Leipzig 1911. G. J. Göschensche Verlagshandlung. Preis jedes Bändchens in Leinwand gebunden 0,80 M.

Sonderabdruck aus der „Oesterreichischen Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst", Heft 14, Jahrgang 1911. Der Oberbau der nordamerikanischen Eisenbahnen. Von Dr. Hans Raschka, Ingenieur, Scheifling in Steiermark. 4 Seiten in 4° mit 1 Tafel. Wien 1911. Selbstverlag des Verfassers. Druckerei und Verlagsaktiengesellschaft vorm. R. v. Waldheim, Jos. Eberle & Co.

Denkschrift betreffend die wirtschaftliche Bedeutung der Leine und ihrer Zubringerflüsse insbesondere die Verbesserung der Wasserstände. Bearbeitet von Oekonomierat Hempel. 187 Seiten in 4° mit 1 Karte. Hannover 1910. Göhmannsche Buchdruckerei.

Die Herstellung von staubfreien Straßen nach dem Kiton-Verfahren. Von Dr. F. Raschig. 53 Seiten in 8°. Ludwigshafen a. Rhein 1911.

Theoretische Mechanik. Von Robert Marcolongo, o. Professor a. d. Universität Neapel. Autorisierte deutsche Bearbeitung von H. E. Timerding, o. Professor a. d. Technischen Hochschule in Braunschweig. Erster Band. Kinematik und Statik. 346 Seiten in 8° mit 110 Textfiguren. Leipzig und Berlin 1911. Druck und Verlag von B. G. Teubner. Preis geh. 10 M., geb. 11 M.

Die graphische Statik der starren Systeme. Von Dr. Lebrecht Henneberg, Geh. Hofrat und Professor der Mechanik a. d. Großherzogl. Technischen Hochschule zu Darmstadt. 732 Seiten in 8° mit 394 Figuren im Text. Leipzig und Berlin 1911. Druck und Verlag von B. G. Teubner. Preis in Leinwand geb. 24 M.

Vierendeelträger mit parallelen Gurtungen. Graphische Ermittlung der Einflußlinien mit Hilfe eines einzigen Seilpolygons, das ohne Rücksicht auf Spannweite und Felderanzahl für sämtliche Träger mit gleichem Verhältnis von Trägerhöhe zur Felderweite gilt. Von Ingenieur Emil Reich (Laibach). 24 Seiten in 8° mit 11 Textfiguren und einer lithographischen Tafel. Wien 1911. Druckerei- und Verlagsaktiengesellschaft vorm. R. v. Waldheim, Jos. Eberle & Co. Preis 1,30 M.

Sonderabdruck aus den Technischen Blättern, Vierteljahrsschrift des „Deutschen Polytechnischen Vereins in Böhmen". XXXXIII. Jahrgang. 1. Heft. Der Druck in lockeren Körpern (Erddruck). Von Ing. Dr. Hans Raschka, Scheifling in Steiermark. 26 Seiten in 8° mit 13 Abbildungen. Prag 1911. Verlag des Deutschen Polytechnischen Vereins in Böhmen.

Sonderabdruck aus Beton und Eisen 1911. Heft V. Versuche mit Betonsäulen. Von Professor M. Rudeloff, Großlichterfelde. Vortrag, gehalten auf der XIV. Hauptversammlung des Deutschen Beton-Vereins (E. V.) am 14. Februar 1911. 39 Seiten in 8° mit 18 Textabbildungen. Berlin 1911. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn. Preis geh. 0,60 M.

Handbuch für Eisenbetonbau. Zweite neubearbeitete Auflage. In 12 Bänden herausgegeben von Dr.-Ing. F. von Emperger, K. K. Oberbaurat, Regierungsrat im K. K. Patentamt in Wien. Zweiter Band. Der Baustoff und seine Bearbeitung, Baustoffe, Betonmischmaschinen, Transportvorrichtungen, Vorrichten

und Verlegen des Eisens, Betonierungsregeln, Schalung im Hochbau, Schalung bei Balkenbrücken, Schalung bei Bogen. Bearbeitet von K. Memmler, H. Burchartz, H. Albrecht, R. Janesch, O. Rappold und A. Nowak. 358 Seiten in 8⁰ mit 597 Textabbildungen. Berlin 1911. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn. Preis geb. 14 M., geb. 16,50 M.

Die Großindustrie des Saargebietes. Eine zusammenhängende Darstellung der geschichtlichen und technischen Entwicklung bis auf den gegenwärtigen Stand. Von Ingenieur Dr. phil. et jur. J. Kollmann. 80 Seiten in 8⁰ mit 1 Karte und 50 Abbildungen. Band 1 der Sammlung: „Deutsche Arbeit". Stuttgart 1911. Verlag der Technischen Monatshefte, Frankhsche Verlagshandlung. Preis geh. 2 M., geb. 2,80 M.

James Watt und die Erfindung der Dampfmaschine. Eine biographische Skizze von Dr. Georg Biedenkapp. 54 Seiten in 8⁰ mit 23 Abbildungen. Stuttgart 1911. Verlag der Technischen Monatshefte, Frankhsche Verlagshandlung. Preis geh. 1 M., geb. 2 M.

Maschinentechnisches Lexikon. Herausgegeben von Ingenieur Felix Kagerer. 1. Lieferung. 48 Seiten in 8⁰ mit vielen Abbildungen. Wien 1911. Verlag der Druckerei- und Verlags-Aktiengesellschaft vorm. R. v. Waldheim, Jos. Eberle & Co. Erscheint in ca. 30 Lieferungen zu je 0,70 M. in zweiwöchentlichen Zwischenräumen.

Einführung in die Berechnung und Konstruktion von Dampflokomotiven. Ein Nachschlagewerk für in der Praxis stehende und angehende Ingenieure, sowie für Studierende des Maschinenbaufaches. Verfaßt und herausgegeben von Dipl.-Ing. Wilhelm Bauer, Ingenieur bei J. A. Maffai, München, und Dipl.-Ing. Xaver Stürzer, Ingenieur bei der Sächsischen Maschinenfabrik vorm. R. Hartmann A.-G. Chemnitz. 326 Seiten in 8⁰ mit 321 Textabbildungen und 16 Tafeln. Wiesbaden 1911. C. W. Kreidels Verlag. Preis 13,60 M.

Sammlung Göschen. Die Dampfkessel. Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium und den praktischen Gebrauch von Friedrich Barth, Oberingenieur a. d. Bayerischen Landesgewerbeanstalt in Nürnberg. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. Zwei Bändchen. Band I: Kesselsysteme und Feuerungen. 149 Seiten in 8⁰ mit 43 Figuren. Band II: Bau und Betrieb der Dampfkessel. 160 Seiten in 8⁰ mit 57 Figuren. (Sammlung Göschen Nr. 9 und 521.)

Eisenbahnfahrzeuge. Von H. Hinnenthal, Regierungsbaumeister a. D. und Oberingenieur in Hannover. Zwei Bändchen. Band I: Die Lokomotiven. 120 Seiten in 8⁰ mit 89 Abbildungen im Text und 2 Tafeln. Band II: Die Eisenbahnwagen und Bremsen. Mit Anhang: Die Eisenbahnfahrzeuge im Betrieb. 100 Seiten in 8⁰ mit 56 Abbildungen im Text und 3 Tafeln. Leipzig 1911. G. J. Göschensche Verlagshandlung. Preis jedes Bändchens in Leinwand gebunden 0,80 M. (Samml. Göschen Nr. 107/108.)

Wirtschaftlichkeit der Zentralheizung. Richtige Bemessung, Ausführung und sparsamer Betrieb. Von Dipl.-Ing. G. de Grahl, Zehlendorf-West bei Berlin. 198 Seiten in 8⁰ mit 96 in den Text gedruckten Abbildungen. München und Berlin 1911. Druck und Verlag von R. Oldenbourg. Preis geb. 6 M.

Der Neubau für die chemischen Institute der Königlichen Technischen Hochschule in Hannover. Bearbeitet von F. Ebel, Regierungsbaumeister. 133 Seiten in 4⁰ mit 161 Textfiguren. Hannover 1911. Dr. Max Jänecke. Preis brosch. 10 M.

Die Verwaltung der öffentlichen Arbeiten in Preußen 1900 bis 1910. Bericht an Se. Majestät den Kaiser und König, erstattet von dem Minister der öffentlichen Arbeiten. 370 Seiten in 8⁰ mit 23 Abbildungen im Text und 42 Anlagen, sowie 4 Kartenbeilagen. Berlin 1911. Verlag von Julius Springer. Preis 10 M.

Die patentfähige Erfindung und das Erfinderrecht unter besonderer Berücksichtigung des Unionsprioritätsrechts. Von W. Dunkhase, Geheimer Regierungsrat und Abteilungsvorsitzender im Kaiserlichen Patentamte zu Berlin. 141 Seiten in 8⁰. Leipzig 1911. G. J. Göschen. Preis brosch. 2,80 M.

Zuwachssteuergesetz vom 14. Februar 1911 nebst den Ausführungsbestimmungen des Bundesrats, den in Preußen ergangenen Ausführungsvorschriften, den einschlägigen Bestimmungen des Reichserbschaftssteuergesetzes und dem veränderten Text des Reichsstempelgesetzes. Textausgabe mit Einleitung, erläuternden Anmerkungen und Sachregister zum praktischen Gebrauch. Von Justizrat E. Fuchs, Rechtsanwalt bei den Kgl. Landgerichten I, II, III und Notar in Berlin. 311 Seiten in 8⁰. Berlin 1911. Verlag von Franz Vahlen, W. 9, Linkstr. 16. Preis in Leinen geb. 3 M.

Elastische Bogenträger, einschließlich der Gewölbe, Eisenbetonbogen und Bogenfachwerke, ihre Theorie und Berechnung mit zahlreichen Beispielen und Aufgaben entsprechend den Bedürfnissen der Praxis. Von Dr. Jakob J. Weyrauch, Professor an der Kgl. Technischen Hochschule in Stuttgart. Dritte vollständig neu bearbeitete Auflage mit 322 Textabbildungen und einer Tafel. Stuttgart. Verlag von Konrad Wittwer. Preis geh. M. 24.

Der vor 14 Jahren erschienenen zweiten Auflage des obigen anerkannten Werkes ist jetzt die dritte, vom bekannten Verfasser vollständig neu bearbeitete Auflage gefolgt, die alle neuern Erfahrungen und Versuche berücksichtigt und insbesondere durch Vorführung einer großen Anzahl geeigneter Beispiele und Aufgaben, die von 60 auf 168 vermehrt wurden, sowohl dem Studierenden, als auch dem praktischen Ingenieur eine zuverlässige Anleitung für die Anwendung der entwickelten Theorien und Formeln gibt. Auch die Paragraphenanzahl für die allgemeinen Entwicklungen ist von 35 auf 60 gestiegen, so daß der Umfang des sechs Hauptabschnitte umfassenden Werkes sich fast verdoppelt hat. Der erste Abschnitt behandelt die allgemeinen Beziehungen beliebiger, stabförmiger Bogenträger zu den Schnittkräften, Schnittmomenten, Kämpferdrücken, sodann die Biegungsverhältnisse, Normalspannungen und Schubspannungen, die Stützlinien und Kernlinien, die verschiedenen Belastungsarten, die Einflußlinien, die Grenzwerte, sowie die Berührungsgelenke nebst den diesbezüglichen neuern Bachschen und Stribeckschen Versuchen. — Der zweite Abschnitt bringt unter der Bezeichnung: „Besondere Bogenarten" die einfachen Bogen mit drei Gelenken, solche mit zwei Gelenken und ohne Gelenke, Bogen mit Zugstangen, durchlaufende Bogen und Ketten, sowie Bemerkungen über Blechbogen; auch werden in den Beispielen Gewölbe berücksichtigt. — Der dritte Abschnitt wurde neu eingefügt und ist in der Hauptsache den Gewölben und Betonbogen gewidmet. Hier wurden auch die neuern Arbeiten von Färber und von Zimmermann benutzt und insbesondere gezeigt, wie die von Färber abgeleiteten Beziehungen für die Korrektur eines vorläufig angenommenen Gewölbes benutzt und die Querexzentrizität der Lasten berücksichtigt werden kann. Auch die Wiener Gewölbeversuche werden eingehend behandelt. Ausgehend von dem Verhalten der Stäbe aus beliebig ungleich widerstehendem Material gelangt der Verfasser dann zu eingehender Behandlung der Eisenbetonbogen und bringt als Anhang die Eisenbetonsäulen und Eisenbetonbalken, so daß die Berechnungsweise der wesentlichsten Eisenbeton-

konstruktionen in diesem Abschnitt vereinigt vorliegt. — Der vierte Abschnitt beschäftigt sich mit der Ableitung statisch unbestimmter Größen, geht auf die Formänderungen, Horizontalschübe und Endmomente verschiedener Bogenarten näher ein und ist gewissermaßen als eine Erweiterung und Begründung des im zweiten Abschnitt Behandelten anzusehen. Vielleicht wäre es zweckdienlicher und übersichtlicher gewesen, wenn dieser Abschnitt in geeigneter Weise mit dem zweiten Abschnitt vereinigt oder in ihn hineingearbeitet worden wäre. — Der fünfte Abschnitt, die Bogenfachwerke behandelnd, wurde in vorliegender Auflage neu eingefügt. Er berücksichtigt die verschiedensten Arten statisch bestimmter und unbestimmter Bogenfachwerke, ihre ungünstigste Belastung, den Einfluß der Temperaturänderungen und die Bewegungen und Einsenkungen der Stütz- und Knotenpunkte. Auch wird die Berechnung von Fachwerkbogen mit zum Teil voller Wand gezeigt. — Der sechste Abschnitt ist der Berechnung der König-Karls-Brücke über den Neckar bei Cannstatt gewidmet und gibt damit ein ausführliches Beispiel für die Berechnung einer Brücke mit einem vollwandigen Zweigelenkbogen mit parabolischer Achse. Als Schluß ist diesem Abschnitt eine Zusammenstellung für den Vergleich der Eisengewichte und Einsenkungen von Vollwandbogen und Bogenfachwerken angefügt, die im Anschluß an die Ausführung der Cannstätter König-Karls-Brücke ermittelt wurden und zugunsten des Vollwandbogens ausfielen. — Zur Erhöhung der Uebersichtlichkeit wurde in allen Abschnitten das Wesentliche der allgemeinen Entwicklungen durch größern Druck hervorgehoben, während die zur weitern Vertiefung dienenden Teile, sowie die Beispiele und Aufgaben kleinern Druck aufweisen. Auch unterstützen ausführliche Verzeichnisse am Anfang und am Ende des Werkes das rasche Zurechtfinden, so daß das Werk in jeder Beziehung zum Studium empfohlen werden kann. *L. v. Willmann.*

Untersuchungen über die Kraftrichtung im schiefen Gewölbe. Von C. Busemann. Berlin 1910. Verlag von „Zement und Beton", G. m. b. H. Preis geh. M. 4.

Während man seither beim gemauerten schiefen Gewölbe sowie bei einem solchen aus Schnittsteinen, durch die Stellung der Lagerflächen den Kräfteverlauf im Gewölbe zu regeln und gleichlaufend mit den Gewölbestirnen zu führen suchte, sieht der Verfasser bei seinen Untersuchungen von dem Vorhandensein eines Fugenschnittes vollständig ab, weil guter Mörtel die gleiche Festigkeit wie das Steinmaterial besitzen sollte, und bei Betongewölben überhaupt keine Fugen vorhanden sind. Für ein solches fugenloses Gewölbe, dessen Grundriß ein schiefwinkliges Parallelogramm bildet, wird der Kräfteverlauf zunächst durch Anschauung, dann durch Berechnung ermittelt. Durch Annahme einer im Scheitelquerschnitt, senkrecht zu diesem wirkenden Horizontalkraft, und einer Seitenkraft in der Richtung der Scheitelachse, gelangt der Verfasser zu dem Ergebnis, daß die seither durch Anwendung eines besondern Fugenschnittes herbeigeführte Kraftübertragung in der zu den Stirnseiten gleichlaufenden Richtung auch für das fugenlose Gewölbe zutrifft, solange die Drucklinie mit der neutralen Faser des Bogens zusammenfällt und Verschiebungen der Gewölbeteile gegeneinander in der Richtung der Scheitelachse, sei es durch Verkürzung oder Verlängerung des Bogens infolge von Temperaturänderungen, Belastungen oder Verschiebungen der Widerlager, ausgeschlossen sein würden. Aus der Formänderung des Gewölbes leitet der Verfasser sodann Formeln für die in der Richtung der Scheitellinie wirkende Seitenkraft, sowie für die Horizontalverschiebung des Scheitels infolge der Biegungs- und Torsionsmomente ab, und wendet sie auf ein Zahlenbeispiel an. Ferner werden die auf der Hand liegenden Tatsachen begründet, daß auch drei Gelenke ein schiefes Gewölbe nicht statisch bestimmt machen können und daß die Teilung eines schiefen Gewölbes in der Breitenrichtung schädlich wirkt, weil der Kräfteverlauf ein um so günstigerer, je breiter das schiefe Gewölbe — und man könnte hinzusetzen — je geringer seine Schiefe ist. Auch wird der nachteilige Einfluß der auf ein schiefes Gewölbe aufgesetzten Stirnmauern durch den dann entstehenden, für die auftretende Torsionswirkung ungünstigen U förmigen Gewölbequerschnitt erklärt. Das Gewölbe ohne Scheitelgelenk wird ebenfalls einer Betrachtung unterzogen und dann ausgeführt, daß ein schiefer Dreigelenkbogen statisch bestimmt gemacht werden kann, wenn zur Ermöglichung einer Querbewegung eine möglichst reibungslose, senkrecht zu den Stirnflächen liegende, in der Scheitelmitte versetzte Querfuge (als „Schubfuge" patentiert D. R. P. 225148) und im Gewölbescheitel eine Gelenkfuge angebracht werden. Damit ist aber doch auch gewissermaßen ein Fugenschnitt zur günstigern Kraftverteilung im schiefen Gewölbe angeordnet, und ob diese Gleitfuge nebst Scheitelgelenk für schiefe Steinbrücken praktisch verwendbar und dem seither üblichen Fugenschnitt vorzuziehen ist, erscheint zweifelhaft, da eine dadurch hervorgerufene Querbewegung des Gewölbes Nachteile für die Fahrbahn nach sich ziehen, die schwer auszugleichen sein würden. Eine Zusammenstellung der gefundenen Ergebnisse unter der Bezeichnung „Schlußfolgerungen", sowie ein „Anhang", in welchem Versuche an einem Modell eines schiefen Bogens geschildert werden, beschließen den anregenden Inhalt des Heftes, das jedenfalls ein Glied in der Weiterentwicklung der Theorie der schiefen Gewölbe bildet und als solches Interessenten empfohlen werden kann. Eine alphabetisch angeordnete Zeichenerklärung und eine Zusammenstellung der Formeln erleichtert das Zurechtfinden. *L. v. Willmann.*

Der städtische Tiefbau III von Gürschner und Benzel. Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin. Preis kartoniert 4 M.

Der dritte Teil der von Professor Gürschner in Danzig und Ingenieur Benzel, Lehrer an der Baugewerkschule in Münster i. W., herausgegebenen Schrift behandelt die Stadtentwässerung auf 150 Seiten mit 130 Abbildungen usw.

Die Bearbeitung lehnt sich naturgemäß an frühere Veröffentlichungen an und soll zunächst dem Unterricht an Baugewerkschulen dienen; dasselbe wird aber auch den im praktischen Leben stehenden Baugewerkmeistern und Ingenieuren gute Dienste leisten und auch in den Bureaus der Tiefbaugeschäfte und städtischen Verwaltungen gern als Nachschlagebuch benutzt werden. Die Schrift behandelt neben kurzer Erläuterung der verschiedenen Systeme der Entwässerung die Frage der Abwassermenge, die Berechnung der Rohrweiten, diverse Einzelheiten, die Anfertigung entsprechender Entwürfe und ihre Veranschlagung, bespricht dann ausführlich die verschiedenen Verfahren der Reinigung der Abwässer auf Rieselfeldern oder mittels mechanischer Anlagen und geht schließlich auch noch mit ausreichender Kürze auf den Betrieb der Entwässerungsanlagen ein. *E. Dietrich.*

Für die Schriftleitung verantwortlich: Professor W. Schleyer.

Druck von Gebrüder Jänecke, Hannover.

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben
von dem Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.

Schriftleiter: Professor **W. Schleyer**, Geheimer Baurat.

Jahrgang 1911. Heft 5.
(Band LVII; Band XVI der neuen Folge.)

Erscheint jährlich in 6 Heften.
Jahrespreis 22,60 Mark.

Bauwissenschaftliche Mitteilungen.

Der Bahnhofsvorplatz in Hannover.

Von Professor Dr.-Ing. Blum (Hannover).

Wie Engelbrecht in seinem sehr beachtenswerten Vortrag im hannoverschen Architekten- und Ingenieurverein am 16. Dezember 1908*) hervorgehoben hat, ist der Bahnhofsvorplatz ein Stiefkind des Städtebaus. Es und auch daran, daß der Bahnhofsplatz keine Geschichte hat, sondern ein „Parvenü" ist, dem der Städtebaukünstler teilnahmslos gegenübersteht, manchmal sogar feindlich, weil dem eingefleischten Künstler der Verkehr mitunter ein Uebel ist.

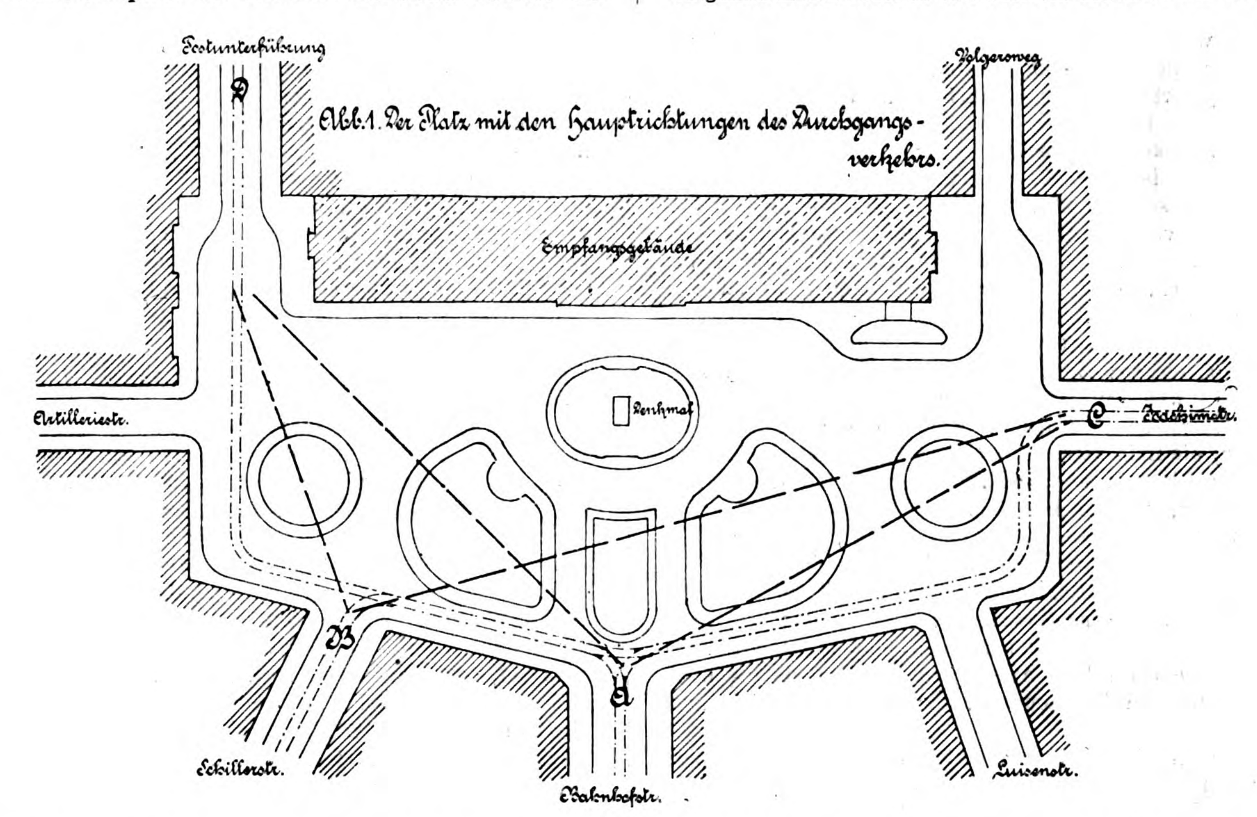


Abb. 1. Der Platz mit den Hauptrichtungen des Durchgangsverkehrs.

liegt das an der Doppelnatur des Platzes, der einerseits dem Bahnhofsverkehr, andrerseits dem gewöhnlichen städtischen Verkehr — Durchgangsverkehr — dient, ferner an den vielfach ungünstigen Eigentumsverhältnissen

*) Vgl. Zeitschrift, Jahrgang 1909, Heft 1.

Die Vernachlässigung des Bahnhofsvorplatzes ist sowohl vom verkehrstechnischen wie vom künstlerischen Standpunkt aus sehr zu bedauern, denn er ist sehr oft der wichtigste Verkehrsplatz einer Stadt und bietet jedenfalls immer besondere Schwierigkeiten für die Abwicklung des Verkehrs; andrerseits ist er aber der eigentliche Torplatz

der Stadt, auf dem der Fremde den ersten Eindruck von der Stadt erhält. Die Schwierigkeit und Wichtigkeit des Verkehrs und die Bedeutung der den Platz umsäumenden Gebäude erfordern aber, daß sich der Städtebauer um die Gestaltung dieses Platzes eingehend kümmere und eine verkehrstechnisch und ästhetisch befriedigende Lösung für ihn finde.

Ohne die Frage der Bahnhofsvorplätze im allgemeinen zu erörtern, soll nachstehend der Ernst-August-Platz in Hannover besprochen werden, dessen Umgestaltung aus Gründen der Verkehrssicherheit sehr erwünscht ist und auch von der Stadtverwaltung erwogen wird. Ich will mich im folgenden bemühen, die Frage unter Anlehnung an die Arbeiten Engelbrechts unter Berücksichtigung aller Umstände zu erörtern; wenn dabei die Verkehrsverhältnisse einen breitern Raum einnehmen als die ästhetischen Fragen, so liegt das an der Natur des Platzes als eines Verkehrsplatzes und an den besondern Schwierigkeiten, die er einer gesunden Regelung des Verkehrs bietet. Der Ernst-August-Platz ist nämlich ein besonders lehrreiches Beispiel für die verunglückte Gestaltung eines Bahnhofsvorplatzes.

Seiner Gesamtanlage nach ist er nur für den Bahnhofsverkehr entworfen und außerdem ganz symmetrisch und geometrisch durchgebildet, nicht nur bezüglich der einmündenden Straßen, sondern auch bezüglich der Platzinseln und des Empfangsgebäudes. Diese Anordnung ist zunächst für den Durchgangsverkehr gänzlich verfehlt, denn dieser findet weder für Fuhrwerke, noch für Fußgänger, noch für die Straßenbahnen geeignete klare, übersichtliche, gestreckte Wege. Der Durchgangsverkehr nach dem jenseits des Bahnhofs gelegenen großen Stadtteil folgt zum überwiegenden Teil der sog. Postunterführung. Hier ist zunächst — offenbar der Symmetrie zu Liebe — bei dem Neubau des Personenbahnhofs in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts der schwere Fehler gemacht worden, daß die Postunterführung aus ihrer natürlichen Richtung nach Westen zu verschoben wurde. Der Hauptverkehr geht nämlich Alte Cellerheerstraße-Bahnhofstraße-Kröpcke; er wird also künstlich mit mehreren scharfen Knicken abgelenkt; sogar die Verbindung zur Schillerstraße ist vielfach gewunden, obwohl sie beinahe schnurgerade sein könnte. Dieser Fehler würde sich nur durch einen völligen Umbau des Empfangsgebäudes und eine Untertunnelung der gesamten Bahnsteiganlage beseitigen lassen, eine Ausführung, die sich wegen der enormen Kosten verbietet.

Im übrigen ist bezüglich des Durchgangsverkehrs noch zu bemerken: Neben den genannten Richtungen sind besonders wichtig: Bahnhofstraße - Joachimstraße und Schillerstraße - Joachimstraße, während die „Straße am Bahnhof", die Luisenstraße und die Volgerswegunterführung nur geringe Bedeutung haben. Ferner nimmt der Durchgangsverkehr, weil er auf dem Bahnhofsplatz mit erheblichen Schwierigkeiten zu kämpfen hat, in der sehr wichtigen Beziehung Steintor-Thielenplatz nicht den Weg durch die Schillerstraße, sondern über Kröpke und belastet diesen Punkt, den schlimmsten Verkehrspunkt von ganz Hannover, unnötigerweise; man sieht, daß die ungünstigen Wirkungen eines falsch angelegten Bahnhofsplatzes auch in seiner weitern Umgebung noch unheilvolle Wirkungen ausüben können.

Da man sich mit der verfehlten Lage der gerade jetzt verbreiterten und umgebauten Postunterführung abfinden muß, so müßte der Platz für den Durchgangsverkehr so gegliedert werden, daß die Verkehrsrichtungen Bahnhofstraße–Postunterführung, Bahnhofstraße-Joachimstraße, Schillerstraße-Joachimstraße, Schillerstraße–Postunterführung in dieser ihrer Bedeutung entsprechenden Reihenfolge zu ihrem Recht kommen. Am besten würde das durch die geradlinigen Verbindungen von der Bahnhof- und Schillerstraße aus geschehen, die in Abb. 1 eingetragen sind. Da aber der Verkehr von der Schillerstraße geringer ist, und da der von ihr ausgehende Strahl B–C von dem von der Bahnhofstraße ausgehenden A-C nicht stark abweicht, wird es zulässig sein, diese beiden Strahlen in einen zusammenzufassen.

Die dadurch entstehenden Fahrdämme wären für vier Fuhrwerksbreiten zu bemessen; dann können auch die Straßenbahngleise in ihnen verlegt werden. Die den Bahnhofsverkehr bedienenden Haltestellen würden damit aus den viel zu großen Entfernungen in angemessene Abstände an das Empfangsgebäude heranrücken. Allerdings wäre das noch keine theoretisch voll befriedigende Lösung, denn Haltestellen auf eignem Planum mit beiderseitigen unmittelbar neben den Gleisen liegenden Einsteigeinseln und mit Nebengleisen zum Aufstellen von Straßenbahnwagen wären das Erstrebenswerte; doch sind hierüber vor allem die Anschauungen der Straßenbahngesellschaft zu hören.

Die angegebene Führung der Straßen würde auch für den Durchgangs-Fußgängerverkehr klare, gestreckte, der Natur entsprechende Wege schaffen, während jetzt die Fußgänger, wenn sie die Bürgersteige benutzen wollen, sehr erhebliche Umwege machen müssen; sie tun das natürlich nicht, sondern gehen über die Fuhrwerksflächen; sogar die Platzinseln sind ihnen dabei vielfach nicht förderlich, sondern im Gegenteil hinderlich, weil auch sie wieder wegen ihrer unnatürlichen geometrischen Gestalt zu Umwegen zwingen. Besonders unangenehm ist der Weg Bahnhofstraße-Postunterführung, der, wie Abb. 2 zeigt, über eine große Fahrdammfläche führt.

Diese übergroßen Fahrdammflächen sind überhaupt einer der Grundfehler des Platzes, denn sie sind viel größer als der Raumbedarf haltender Fuhrwerke es erfordert. Man muß also danach streben, sie einzuschränken. Jetzt führen sie zu einer Zügellosigkeit des Verkehrs, die gefährlich und einer Großstadt unwürdig ist; offenbar ist die Polizei aber dagegen machtlos, denn man kann ständig die gröbsten Verstöße gegen die Fahrordnung beobachten, ohne daß dagegen eingeschritten wird. In Abb. 2 sind z. B. eine Reihe regelmäßig zu beobachtender Fahrten eingetragen, bei denen scharf links gefahren wird; auch wird z. B. häufig unmittelbar vor dem Empfangsgebäude im Durchgangsverkehr vorbeigefahren (von der Joachimstraße nach der Post), obwohl das meines Wissens verboten ist. — Die hier erhobenen Vorwürfe treffen übrigens nicht so sehr die Polizeiverwaltung als vielmehr eben die unglückselige Platzgestaltung. — Auf das polizeilich vorgeschriebene Linksfahren am Empfangsgebäude wird noch zurückgekommen.

Die oben angedeutete neue Führung geradliniger Straßendämme läßt vor den Häusern größere Flächen frei. Sie würden zu Schmuckanlagen zu verwenden sein und vor den Gasthöfen zu Terrassen für Restaurationszwecke. Damit würden die Häuser gleichzeitig dem Verkehrslärm etwas entrückt werden. Daß diese gewonnenen Flächen unregelmäßig begrenzt sind, dürfte ihre ästhetische Wirkung kaum beeinträchtigen; wer das für unschön findet, muß anerkennen, daß der Grundfehler des Platzes eben seine Symmetrie ist (vgl. später).

Bei dieser Lösung würde vor dem Empfangsgebäude für den Bahnhofsverkehr ein unregelmäßig begrenzter langgestreckter Platz frei bleiben. Wie dieser einzuteilen ist, ergibt sich vor allem aus der Lage und Bedeutung der Ein- und Ausgänge des Empfangsgebäudes. Jetzt sind diese in der Mitte des Gebäudes konzentriert, man darf aber mit dieser Anordnung nicht als mit einer unbedingt gegebenen rechnen, sondern muß sich überlegen, ob nicht aus irgendeinem Grunde eine Umgestaltung des Empfangsgebäudes in Betracht zu ziehen ist; denn man kann natürlich nicht jetzt mit hohen Kosten den Platz

umgestalten, um später wegen einer Aenderung des Empfangsgebäudes den Platz nochmals umzuändern.

Es müssen also zunächst die Beziehungen zwischen Bahnhofsvorplatz und Empfangsgebäude untersucht werden.

Für die Gestaltung jedes Bahnhofsplatzes ist das Empfangsgebäude sowohl in verkehrstechnischer wie in schönheitlicher Hinsicht von größter Bedeutung. Unter Umständen können schon geringfügige bauliche Aenderungen im Gebäude (z. B. eine Aenderung der Gepäckabfertigung) zu einer Aenderung des Verkehrs vor dem Gebäude führen. Es muß hier also Stadt- und Eisenbahnverwaltung einheitlich zusammenarbeiten, und zwar kann dabei leicht der Fall eintreten, daß eine aus Rücksichten des Straßenverkehrs sofort dringend notwendige Umgestaltung des Platzes auf eine Aenderung des Empfangsgebäudes Rücksicht nimmt, die vielleicht erst in Jahrzehnten notwendig wird.

nicht recht verständlich; meiner Ansicht nach ist dies Linksfahren unnötig, denn bei der ohne weiteres möglichen Verlegung des Droschkenhalteplatzes könnte recht gut rechts gefahren werden. Zweifellos liegt in dem Linksfahren eine gewisse Gefahr, denn im Zeitalter des Verkehrs muß jeder wichtige Platz so betrieben werden, daß sich dort jeder nach den allgemein gültigen Verkehrspolizeilichen Gesetzen bewegen kann und muß. Dieses Linksfahren aber, noch dazu an einer Stelle, die ständig von einer großen Menge Ortsunkundiger berührt werden muß, widerspricht den allgemeinen gültigen Bestimmungen.

Trotz der Mängel des Empfangsgebäudes kann man aber nicht behaupten, daß aus eisenbahnverkehrstechnischen Gründen ein Umbau des Gebäudes notwendig sei. Das Gebäude ist sogar noch einer starken Verkehrszunahme gewachsen, denn die wichtigsten Gebäudeteile (Fahrkarten-

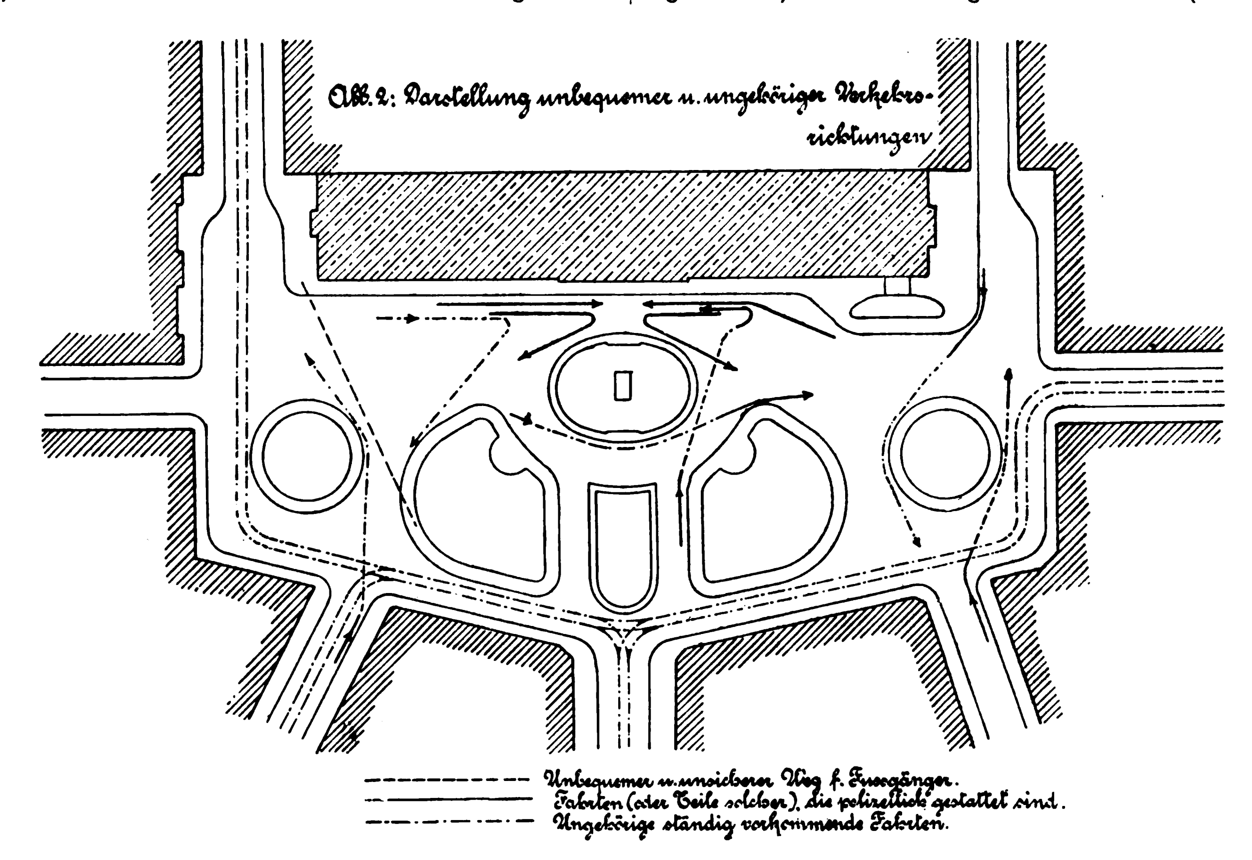


Abb. 2: Darstellung unbequemer u. ungehöriger Verkehrsrichtungen

Es kann auch eine Stadt den Wunsch haben, daß das Empfangsgebäude geändert wird, um die Verkehrsverhältnisse auf dem Platz verbessern zu können.

Das Empfangsgebäude in Hannover stammt nun aus einer Zeit, in der man glaubte, ein solches Gebäude müsse symmetrisch sein. Diese Anschauung ist jetzt glücklich gründlich beseitigt; die neuern Empfangsgebäude sind durchaus unsymmetrisch angelegt, weil das der Benutzungsweise entspricht. Aus der symmetrischen Anlage folgt in Hannover eine Reihe von Schwierigkeiten und Unbequemlichkeiten, aus denen sich auch eine Vermehrung gewisser Betriebskosten ergibt. Als ungünstig sind zu bezeichnen die Trennung der Wartesäle in zwei Gruppen, desgleichen der Gepäckabfertigungen, ferner die teilweise langen Wege zwischen den einzelnen Gebäudeteilen und die Belästigung der Reisenden durch den Gepäckverkehr. Als Hauptübel für die Reisenden darf hervorgehoben werden, daß das Gebäude nur die drei Türen in der Mittelhalle hat, durch die der ganze Verkehr ein- und ausgehen muß.

Der vor den drei Türen herrschende starke Verkehr wird noch dadurch verschlimmert, daß hier links gefahren wird. Warum die Verkehrspolizei das vorschreibt, ist

schalter, Gepäckhallen, Wartesäle) sind in ihrer Leistungsfähigkeit noch recht steigerungsfähig, ohne daß dadurch bauliche Umgestaltungen nötig werden.

Bei völliger Beibehaltung des Empfangsgebäudes in seiner jetzigen Gestalt würden aber die starke Verkehrskonzentration auf der Straße vor den drei Eingangstüren und die vielfach schwierigen Wege im Innern des Gebäudes, ferner die Belästigung der Reisenden durch den Gepäckverkehr bestehen bleiben. Es erscheint naheliegend, hier nach einer Abhilfe zu suchen, die den Verkehr vor und in dem Gebäude verbessert, aber keine hohen Kosten verursacht.

Eine solche Abhilfe ergibt sich daraus, daß dem Mittelbau eine Fahrkartenschalterhalle vorgelagert wird und daß dann die Gepäckabfertigungen unter Fortfall einiger der jetzt vorhandenen Fahrkartenschalter unmittelbare Verbindungen mit dem Vorplatz erhalten. Die Vorteile dieser Aenderung würden vor allem im folgenden bestehen: Die Verkehrskonzentration an den jetzigen Eingangstüren hört auf, weil sie sich künftig auf drei Stellen verteilen würde; alle Reisenden gelangen ohne Umweg zu den Fahrkartenschaltern und von da geradlinig zu der Bahnsteigsperre; die Reisenden werden nicht mehr durch

den Gepäckverkehr belästigt, weil dieser mit Umgehung der Schalterhalle unmittelbar zwischen den Abfertigungen und der Straße abgefertigt wird (nur die wenigen Reisenden, die die Wartesäle aufsuchen, müssen noch den Gepäckverkehr kreuzen). Ein weiterer Vorteil würde sein, daß der „schmutzige" Verkehr der Gepäckkarren usw., der sich jetzt gerade vor der Eingangshalle breit macht, nach den Seiten in dann abgelegene Winkel abgedrängt wird, wo er den Blicken entzogen ist und die Reisenden nicht mehr belästigt.

Der Bau der vorgelagerten Fahrkartenschalterhalle würde allerdings eine Versetzung des Denkmals bedingen, — davon später.

Hält man die hier vorgeschlagene mit geringen Kosten ausführbare Ergänzung des Gebäudes für zweckmäßig, so wird man dem Gedanken zustimmen können, daß man auf eine solche Ergänzung, wenn sie auch erst nach Jahren ausgeführt wird, in der sofort dringend nötigen Platzumgestaltung Rücksicht nimmt, damit man dann nicht wieder zu großen Aenderungen gezwungen ist, mit denen hohe Kosten und womöglich eine Vernichtung schöner Bäume verbunden sind.

Ehe aber auf den hierauf aufgebauten Vorschlag eingegangen wird, muß noch die Frage der Symmetrie der Platzgestaltung kurz erörtert werden.

Da der Platz zurzeit von Symmetrie und Geometrie beherrscht wird, so kann man leicht zu der Anschauung kommen, daß die Schönheit des Ganzen oder einzelner Teile beeinträchtigt wird, wenn die Symmetrie gestört wird. Es ist also zu untersuchen, inwieweit die Symmetrie zur Schönheit des Platzes beiträgt, und ob ein Verlassen der Symmetrie zu unschönen Bildern führen wird.

Die Symmetrie des Platzes ist eine doppelte: der Gesamtplatz ist symmetrisch zu seiner Hauptachse (der Achse der Bahnhofstraße) angeordnet und einzelne Teile (Gebäude und Inseln) sind in sich regelmäßig und zueinander symmetrisch geformt.

Von der symmetrischen Anordnung des Gesamtplatzes ist zunächst die der Platzwandungen, abgesehen vom Empfangsgebäude, tatsächlich kaum vorhanden. Selbst wenn man nämlich von der verschiedenartigen (und teilweise wenig ansprechenden) Architektur absieht, so ist die Platzwandung in der Gestalt, daß die Achse der Bahnhofstraße als Hauptachse wirkt, überhaupt nicht als geschlossene Einheit zu sehen; das verhindern die viel zu großen Sehwinkel und die hohen Bäume, die als prächtigster Schmuck des Platzes unbedingt respektiert werden müssen.

Ist hier die Symmetrie also nur auf dem Papier vorhanden, so ist das in noch stärkerm Maße bei den Platzinseln der Fall. Hier ist die Kreisform der beiden Springbrunneninseln für den Beschauer überhaupt nicht vorhanden, weil, abgesehen von dem sehr spitzen Sehwinkel, die Regelmäßigkeit durch das Buschwerk verdeckt ist. Vollkommen verloren geht für das Auge des Beschauers außerdem die Symmetrie zwischen je den beiden innern größern und den beiden äußern kleinern Inseln. All das ist — wie so oft bei Straßen- und Platzgestaltungen — nichts als Reißbrettarbeit und mißverstandene Reißbrettschönheit; sehen könnte man das höchstens vom Luftballon aus.

Ist demgemäß bezüglich der Inseln und der Platzwandung (außer dem Empfangsgebäude) eine Berechtigung der Symmetrie im ästhetischen Interesse nicht anzuerkennen, so ist andrerseits die Symmetrie des Empfangsgebäudes und der Achse der Bahnhofstraße von hoher Bedeutung. Hierbei muß man in diesem besondern Fall davon absehen, daß die symmetrische Gestalt für ein Empfangsgebäude verfehlt ist, man muß vielmehr das Gebäude wegen seiner Größe, seines hohen Wertes und seiner den Platz beherrschenden Bedeutung als gegeben annehmen. Dann muß man aber auch bei einer etwaigen Vergrößerung seine Hauptachse beibehalten, ja, man sollte sich sogar bemühen, die der Bahnhofstraße und dem Empfangsgebäude gemeinsame große Achse noch stärker zu betonen, um an dieser Stelle, an der die Symmetrie auch wirklich zu sehen ist, ein einheitliches geschlossenes Bild von strenger, großstädtischer Schönheit zu schaffen. Demgemäß sollten zwischen der Bahnhofstraße und dem Empfangsgebäude auch die Fahr- und Fußwege und die Schmuckanlagen symmetrisch angeordnet werden. Das ist allerdings auch jetzt schon der Fall, jedoch wird die Schönheit dadurch beeinträchtigt, daß viel zu viel runde Linienführungen vorhanden sind, die verkehrstechnisch unsinnig sind und wegen ihrer Zweckwidrigkeit nicht schön wirken können.

Das vom ästhetischen Standpunkt wünschenswerte scharfe Herausarbeiten der Hauptachse Bahnhofstraße-Empfangsgebäude muß dazu führen, daß die notwendige Gabelung der Bahnhofstraße in die beiden Hauptrichtungen für den Durchgangsverkehr (Postunterführung und Joachimstraße) unter gleichen Winkeln erfolgt (obwohl vom reinen Verkehrsstandpunkt ungleiche Winkel angezeigt wären), und hierbei wird man den Linienzug Bahnhofstraße—Postunterführung geradlinig gestalten, weil er eine höhere Verkehrsbedeutung hat. Außerdem verlangt die Symmetrie, daß der Linienzug Schillerstraße-Joachimstraße parallel zum Empfangsgebäude, also senkrecht zur Hauptachse geführt wird. Ferner müssen die Fahrwege für den Bahnhofsverkehr zwischen Bahnhofstraße und Empfangsgebäude symmetrisch zur Hauptachse liegen (und zwar entweder parallel oder schwach geneigt zu ihr). — Zur Verschönerung würde es wesentlich beitragen, wenn künftig einmal die beiden Eckbauten (Gasthof Bristol und Rheinischer Hof) symmetrisch gestalteten Neubauten (und zwar solchen von größerer Höhe) Platz machen würden. — Zu betonen ist noch, daß die symmetrische Ausgestaltung der Fahrdämme und Schmuckanlagen einschließlich etwaiger kleiner Nützlichkeitsbauten zu beiden Seiten der Hauptachse nicht Reißbrettarbeit, sondern wirklich zu sehen wäre.

In dieser Hauptachse steht nun auch das Ernst-August-Denkmal, das infolgedessen an dieser Stelle mit zu erörtern ist. Wie schon in andern Veröffentlichungen ausgeführt wurde, ist der jetzige Standort des Denkmals ein außerordentlich ungünstiger, und zwar sowohl in verkehrstechnischer wie auch in ästhetischer und historischer Hinsicht.

Verkehrstechnisch hindert allerdings nicht das Denkmal selbst, sondern nur das Plateau, auf dem es steht. Da dieses ohne Beeinträchtigung des Denkmals bis in Bürgersteighöhe gesenkt und so gestaltet werden könnte, daß der Verkehr richtige Bahnen finden würde, so könnte man das Denkmal solange erhalten, bis künftig einmal die oben erörterte Fahrkartenschalterhalle vor das Empfangsgebäude vorgelegt würde. Dann müßte das Denkmal allerdings weichen, und in dieser Beziehung muß es wenigstens für künftig als ein Hindernis für die Sicherheit und Regelung des Verkehrs bezeichnet werden.

Da nun aber gegen eine Versetzung des Denkmals oft Stimmen laut werden, die sich auf geschichtliche Bedenken stützen, so ist es notwendig, auf die ästhetische und geschichtliche Seite der Frage einzugehen.

Aesthetisch kann das Denkmal trotz seiner hohen eignen Schönheit nicht befriedigen. Es geht ihm wie so vielen Einzelstandbildern in Deutschland (sehr im Gegensatz zu Italien), daß seine Größe zur Größe des Platzes (und des Empfangsgebäudes) in einem schreienden Mißverhältnis steht. Das Denkmal kommt nicht zur Geltung, und daran wird auch eine bedeutungsvollere gärtnerische Umrahmung als es die jetzige ist, nichts ändern können. Sodann dreht das Denkmal den aus dem Bahnhof Heraustretenden den Rücken zu, und

zwar nicht den Rücken des Reiters, sondern den eines Pferdes, denn von der Figur selbst ist nur der Kopf zu sehen. Ob es überhaupt sehr geschmackvoll ist, ein Königsdenkmal auf einen Bahnhofsvorplatz zu stellen, mag dahingestellt bleiben; daß das auch an andern Orten der Fall ist, beweist nichts für oder gegen den guten Geschmack. Jedenfalls ist ein Bahnhofsvorplatz — noch dazu einer mit so schwierigen Verkehrsverhältnissen — nicht geeignet, um ein Denkmal mit Ruhe und Muße betrachten zu können. In dem Fall Hannover aber wird das Denkmal durch seine Stellung geradezu entwürdigt, denn es steht doch tatsächlich in einer Umgebung von Handkarren, Autos, Dienstmännern, Schuhwichsern u. dgl., und dieser unwürdige Zustand wird sich bei Beibehaltung des Denkmals nie ändern lassen; er wird sich vielmehr mit der Zunahme des Verkehrs immer mehr verstärken.

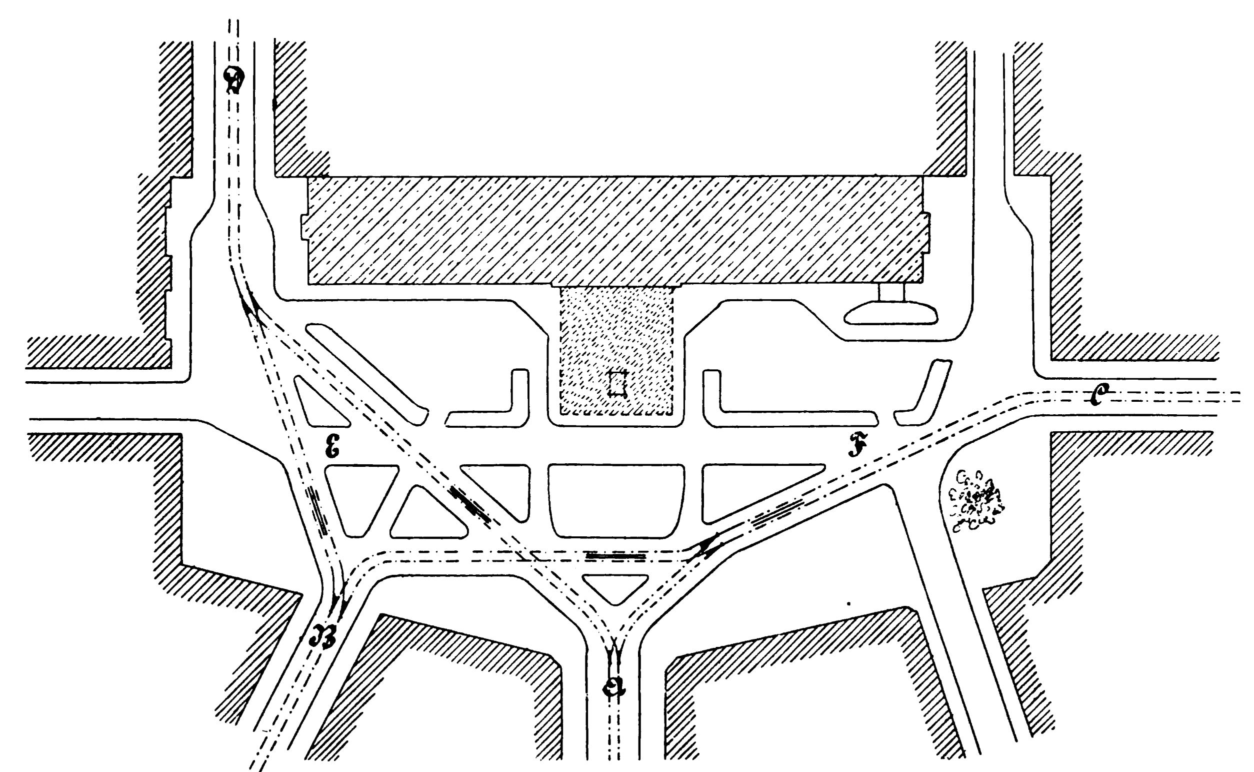


Abb. 3. *Vorschlag zur entgültigen Umgestaltung mit der neuen Fahrkarten-Schalterhalle, — Denkmal entfernt.*

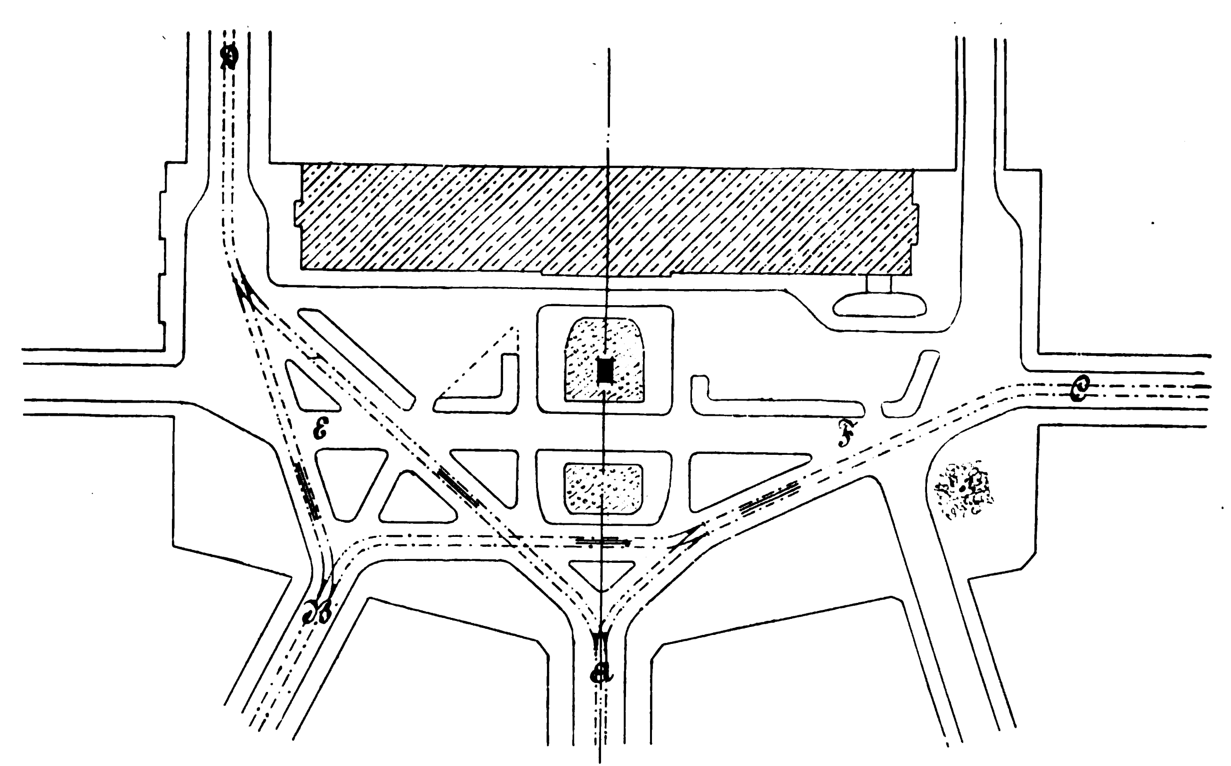


Abb. 4. *Vorschlag zur vorläufigen Umgestaltung, genau entsprechend der Abb. 3, aber ohne Schalterhalle. — Denkmal stehenbleibend.*

Hierbei ist es ganz belanglos, daß das Denkmal erst durch den Neubau des Bahnhofs in diese unwürdige Umgebung hineingeraten ist, und daß es früher günstiger gestanden hat (übrigens muß wohl auch schon damals das Mißverhältnis zwischen Platz- und Denkmalsgröße bestanden haben). Es kann natürlich niemand im Ernst

daran denken, den Bahnhof wieder zurückzuschieben; eine Umgestaltung des Gebäudes muß im Gegenteil zu einer Erweiterung in den Platz hinein führen.

Da nun einmal der Ernst-August-Platz in erster Linie Bahnhofsvorplatz ist, ist auch ein geschichtlicher Zusammenhang zwischen dem Denkmal und seinem Platz nicht zu konstruieren. Es gibt jedenfalls in Hannover eine ganze Reihe von wesentlich geeignetern Plätzen; vor allem wenn man das Denkmal in einem freien umfassenden geschichtlichen Sinn auffaßt, nämlich als die Erinnerung an das ganze Herrschergeschlecht. Es kann auch nicht zugegeben werden, daß eine Versetzung des Denkmals irgendwie das vaterländische Gefühl verletzen könnte; es heißt dem Dargestellten einen recht schlechten Dienst erweisen, wenn man behauptet, das Andenken an ihn werde durch etwas so Untergeordnetes beeinträchtigt, wie es die Versetzung eines Denkmals ist. — Man hat nicht gezögert, die Denkmäler der Helden des siebenjährigen Krieges zu versetzen, als der Verkehr die Umgestaltung des Wilhelmsplatzes in Berlin erforderte, und es hat kein Mensch daran gedacht, daß das Andenken an die Könige Preußens und den ersten Deutschen Kaiser beeinträchtigt werden würde, als die Denkmäler an der Kölner Rheinbrücke wegen des Verkehrs versetzt werden mußten.

Es soll hier kein Vorschlag gemacht werden, wo das Denkmal wiedererrichtet werden könnte; es könnte das z. B. auch auf dem umgestalteten Bahnhofsvorplatz geschehen; die Hauptsache ist jedenfalls, daß das Denkmal so wie es jetzt steht, in seiner Schönheit und seiner Bedeutung herabgewürdigt wird, und daß es zwar nicht für den Augenblick einer zweckmäßigen Umgestaltung des Platzes ein unbedingtes Hindernis ist, wohl aber künftig eine zweckmäßige Verkehrsregelung vor und in dem Empfangsgebäude verhindert. —

Daß die Springbrunnen auf dem Platze keine Berechtigung haben, hat Engelbrecht bereits überzeugend nachgewiesen.

Auf Grund der vorstehenden Ausführungen soll nachstehend die in Abb. 3 dargestellte Skizze eines Abänderungsvorschlages erläutert werden. Ausdrücklich ist dabei zu bemerken, daß es sich noch nicht um einen durchgearbeiteten Entwurf handelt, denn dieser kann meiner Ansicht nach nur durch die gemeinsame Arbeit von Stadt, Eisenbahn und Straßenbahn erzielt werden und bedarf außerdem genauer Erhebungen darüber, welche alten Bäume unbedingt geschont werden müssen.

Der Vorschlag soll folgenden Forderungen gerecht werden, die sich teilweise widersprechen, so daß gegenseitige Konzessionen nötig werden:

Mit kleinen Mitteln ist der Platz nicht zu verbessern. Kleine Mittel kosten meist auch viel Geld (z. B. jede Veränderung an der Straßenbahn); solche kleinen Mittel können unter Umständen wertvolle Bäume vernichten.

Es muß vielmehr ein einheitlicher, großzügiger Entwurf durchgeführt werden, der für Jahrzehnte genügt, also für einen wesentlich größern Verkehr.

Demgemäß muß der Entwurf auch mit einer etwaigen künftigen Vergrößerung des Empfangsgebäudes rechnen.

Auf dem Platz ist der Durchgangs- und der Bahnhofsverkehr so scharf zu trennen, wie das ohne Zwang zu erreichen ist.

In dem Durchgangsverkehr sind möglichst gerade, übersichtliche Wege für Fuhrwerke und Fußgänger zu schaffen; die Fahrdämme müssen so schmal wie möglich gehalten werden; die Wichtigkeit der verschiedenen Verkehrszüge ist gegeneinander genau abzuwägen. — Zu beachten ist die dringend notwendige Entlastung des Platzes bei Kröpcke.

Der Bahnhofsverkehr verlangt außer bequemen übersichtlichen Wegen für Fußgänger und Fuhrwerke Aufstellungsmöglichkeit für Droschken, Gepäckwagen und dergleichen.

Die Straßenbahn-Haltestellen sind in möglichst bequemer Lage zum Empfangsgebäude anzuordnen.

Die sog. Symmetrie des jetzigen Platzes verdient, weil zum großen Teil nur Reißbrettarbeit, keine Schonung. Zu betonen ist aber die wirklich zu sehende Symmetrie der großen Mittelachse durch die Bahnhofstraße.

Zu schonen sind die vorhandenen großen Bäume, besonders die große Linde.

Der Durchgangsverkehr findet nach Abb. 3 für die oben erwähnten vier wichtigsten Beziehungen klare gestreckte Wege; nur in der Richtung von der Schiller- und der Bahnhofstraße zur Joachimstraße ist je ein unwesentlicher Knick enthalten, um die Symmetrie der Hauptachse nicht zu stören. Die abgeknickte Form der Verbindung Schillerstraße-Joachimstraße ist außerdem gewählt, um sie vom Empfangsgebäude mehr zu entfernen und um einen zweiten Fahrdamm (Strahl B-C der Abb. 1) neben dem zwischen Bahnhofstraße und Joachimstraße sowieso notwendigen (Strahl A-C der Abb. 1) zu vermeiden. Die unbedeutendern Strahlen sind in diese Hauptstrahlen so eingeführt, daß überall glatte Wege entstehen und daß nirgendwo die Kutscher zum Linksfahren verführt werden.

Der Bahnhofsverkehr ist von allen wichtigen Beziehungen im Durchgangsverkehr vollkommen losgelöst. Nur die an dem Vorbau vorbeiführende Straße E-F soll für den unbedeutenden Durchgangsverkehr zwischen Postunterführung und Artilleriestraße einerseits und Luisen- und Joachimstraße andrerseits mitbenutzt werden. Das ist zulässig, denn der Fuhrwerk-Bahnhofsverkehr braucht überhaupt nicht an der Vorderfront des Vorbaues vorzufahren, er soll vielmehr — getrennt für Abfahrt und Ankunft — auf die beiden Platzteile rechts und links des Vorbaues verwiesen werden. Wie die Abbildung zeigt, ist in diesen Platzteilen der Fuhrwerk-Bahnhofsverkehr vom übrigen Verkehr, also auch vom Fußgänger-Bahnhofsverkehr, völlig abgesondert; er findet dort reichliche, scharf abgetrennte Aufstellplätze und steht mit den beiden Gepäckabfertigungen in unmittelbarer Verbindung.

Die vorgeschlagene Linienführung der Straßenbahnen geht aus der Abbildung hervor. Zu bemerken ist nur, daß auf die unmittelbare Verbindung der Gleise in der Schillerstraße mit denen in der Joachimstraße Wert gelegt wurde, denn das erscheint mir zur spätern Entlastung des Platzes bei Kröpcke dringend nötig.

Mißt man zunächst dem jetzt bestehenden Endverkehr der Linie 10 größere Bedeutung bei, so können die hierfür nötigen Anschlußgleise und Weichen bequem untergebracht werden. Ueberhaupt sind mit der vorgeschlagenen Platzgestaltung noch manche Entwicklungsmöglichkeiten für den Straßenbahnverkehr verbunden.

Die eingetragene Lage der Straßenbahn-Haltestellen ist nur als ein Vorschlag zu betrachten. Maßgebend war der Wunsch, die Haltestellen ohne schwierige Linienführung der Straßenbahngleise möglichst dicht an das Empfangsgebäude heranzubekommen. Es würde aber auch die abweichende Lösung möglich sein, die Haltestellen (außer der einen spätern Linie Schillerstraße–Postunterführung) sämtlich an die dreieckförmige Platzinsel in der Achse der Bahnhofstraße zu legen. Die Insel wäre in diesem Fall etwas zu vergrößern (was durch eine geringfügige Aenderung der Linienführung der Fahrdämme möglich ist) und wäre dann der gegebene Platz für eine kleine Wartehalle mit Stadtplan, Fahrplänen, Auskunftserteilung, Fernsprecher, Schreibgelegenheit usw.

In dem Vorschlag ist bezüglich der Erhaltung der großen Bäume zunächst nur auf die große Linde Rücksicht genommen, weil mir über den Wert, das Alter, die Lebensfähigkeit und etwaige Verschiebungsmöglichkeit der andern

größern Bäume nichts bekannt ist. Um sie zu schonen, würde man unter Umständen kleinere Abschwenkungen der Fahrdammzüge in den Kauf nehmen müssen.

Der in Abb. 3 dargestellte Vorschlag ist nun so aufgestellt, daß er auch ohne den Vorbau vor dem Empfangsgebäude eine zweckmäßige Lösung ergibt und daß außerdem das Ernst-August-Denkmal dabei erhalten bleiben kann. Man könnte also den Entwurf ausführen, ohne später zu einer Umgestaltung genötigt zu sein; das ist wichtig wegen der hohen Kosten und wegen der ältern Bäume.

Der Bahnhofsverkehr würde sich dann nach Abb. 4 wie bisher vor den drei Türen des unveränderten Gebäudes abspielen; er würde aber wesentlich verbessert, weil die Aufstellplätze scharf begrenzt sein würden, und weil die An- und Abfahrt geregelter sein würde als jetzt. Was hierbei das Vorfahren vor dem Mittelbau anbelangt, so ist besonders wichtig, daß eine geradlinige Verlängerung des Fahrdammes der Bahnhofstraße nicht das Richtige wäre; denn die Wagen müssen an dem Gebäude doch von der Seite her vorfahren, sie müssen also aus der Hauptachse seitlich abgeschwenkt werden. Demgemäß ergibt sich vor dem Mittelbau eine durch Fahrdämme durchbrochene Platzinsel, die den Fußgängerverkehr aufnimmt. Da dieser aber nur schmale Bürgersteige braucht, kann der Mittelteil von Schmuckanlagen eingenommen werden, aus denen heraus sich das Denkmal erheben würde. Das Denkmal würde dann auch kein Verkehrshindernis mehr sein wie jetzt, denn die Reisenden, welche die beiden Seitentüren des Empfangsgebäudes benutzen — und das ist die überwiegende Mehrzahl — würden überhaupt nicht mehr, die durch die Mitteltür gehenden aber nur ganz unwesentlich abgelenkt werden.

Wie gesagt, ist mein Vorschlag nur ein Vorschlag, kein ausgearbeiteter Entwurf; es sind noch manche Einzelfragen zu untersuchen. Zweck der Zeilen ist der, dazu beizutragen, daß die dringend notwendige Umgestaltung des Platzes in einer Weise durchgeführt wird, die für Jahrzehnte eine befriedigende Lösung ergibt, damit nicht durch kleine Umänderungen Gelder vergeudet und schöne Bäume vernichtet werden.

Der Hospitalgedanke im Mittelalter.

Von Dipl.-Ing. Leon Dunaj, Regierungsbaumeister.

Mit 3 Tafeln. (Schluß.)

Stifts-, Ordens- und bürgerliche Hospitäler in den Städten.

Aeltere Ueberlieferung als die Klosterhospitäler hatten die der Kanonikatstifte, die nach Kanon 141 des Aachener Konzils von 817 jedes ein Hospital unterhalten und dafür $^1/_{10}$ der Einkünfte hergeben mußten. Außerdem erhielten diese Stadthospitäler große Zuschüsse seitens Privater, die sich, „da nichts gewisser als der Tod, nichts ungewisser als Zeit und Ort desselben", wie der fast stehende Eingang der Schenkungsurkunden lautet, gerade durch Unterstützung von Hospitälern der Fürbitte der Heiligen gegen Krankheit und Tod zu versichern suchten.

Die Lage dieser Stiftshospitäler war gleichfalls durch eine Bestimmung des Aachener Konzils festgelegt, dergemäß sie so gelegen sein mußten, daß die Geistlichen zur Verrichtung ihrer Obliegenheiten bequem hingelangen konnten. Aus dieser Bestimmung erklärt sich die meist anschließende Verbindung der Hospitäler an die Stiftskirchen und Kathedralen. Hierzu gehört u. a. das Hôtel-Dieu in Paris, 829 zuerst erwähnt als „hospitale pauperum, quod est apud memoriam beati Christophori," in Deutschland die Hospitäler zu Memmingen, Ulm, Mainz u. a.[1]).

Auch das Hospital in Chartres (Abb. 15), für dessen Entstehung jede Quelle einen andern Grund angibt, war ein Kathedralstift[2]). Baulich war es ein Produkt verschiedener Epochen, was durch die verschiedene Höhenlage der drei Gewölbe des ersten Joches, durch die verschiedenen Mauer- und namentlich Pfeilerstärken außer Frage gestellt ist. Sicher bildete es aber entsprechend dem Typ der gleichzeitigen Laienhospitäler immer einen großen, dreischiffigen, eine horizontale Holzdecke tragenden Raum mit spitzbogigen Schwibbögen. Die Kapelle befand sich in den gewölbten Jochen an der Straße; ob auch früher, steht dahin. Der obere Stock war ziemlich hoch, luftig und gut belichtet; er diente als Speicher.

Die ärztliche Behandlung in den Hospitälern wurde bis zum 15. Jahrhundert ausschließlich durch Kleriker ausgeübt; wenigstens haben wir kein konstatiertes Beispiel eines wissenschaftlich gebildeten Arztes aus dem Laienstande[1]). Wohl aber kennen wir zahlreiche Kleriker, die es in der Arzneikunde sehr weit gebracht haben. Fest steht ferner, daß die 1150 gegründete medizinische Schule in Salerno, die bekannteste des Mittelalters, aus einer Benediktinerabtei hervorgegangen war.

Von den Hospitälern der mehr weltlichen Augustiner Chorherren ist nichts Wesentliches bekannt. Da aber zahlreiche Stifte derselben später von andern Orden eingenommen wurden und nach solchem Besitzwechsel nirgend von einem Hospitalneubau die Rede ist, so darf man bei ihnen dieselben Anlagen voraussetzen wie bei den älteren Mönchsorden. Das gleiche gilt von den Prämonstratensern.

Auch die Predigerorden hatten mitunter recht geräumige Hospitäler. So konnten im Dominikanerhospital zu Thorn[2]) zeitweise die nach Niederreißung ihres Klosters obdachlos gewordenen Benediktinerinnen aufgenommen werden.

Eine Abweichung von der üblichen Regel bilden die Anlagen der Karthäuser, die aus ihrem Bestreben heraus, das gemeinsame Klosterleben mit dem einsiedlerischen zu vereinigen, jedem Mönche eine eigene Wohnung zuteilten und so eine Infirmarie unnötig und nur, wie bei den orientalischen Klöstern, Gastwohnungen erforderlich machten. So hatte für diesen Zweck z. B. das Kloster Karthaus nach dem Schaubilde von 1678 und einem alten Situationsplan nur ein einstöckiges Haus mit Latrine, am Wasser und unmittelbar am Tore gelegen. Ganz ähnliche Anlagen hatten die Karthäuserklöster zu Clermont und zu Nürnberg[3]).

Die verschiedenen Abarten der Hospitalorden zu behandeln, erübrigt sich. Sie unterschieden sich nur durch die verschiedene Art spezieller Krankenfürsorge (Antoniusorden, Lazaristen, Elisabetherinnen, Beghinen) und spezieller Hospizanlagen (z. B. die Brückenbauer). Sie hatten auch, abgesehen von dem noch zu behandelnden Heiligegeist-Orden, nie die Bedeutung der geistlichen Ritterorden, vor allem des Johanniter- und des Deutschordens.

1) Schaab: Geschichte der Stadt Mainz das. 1841—44, II, S. 173.

2) Verdier et Cattois S. 148.

1) Henschel: Schlesiens wissenschaftliche Zustände im 14. Jahrhundert, Breslau 1850, S. 47 und 66.

2) Wernicke: Geschichte der Stadt Thorn, das. 1842, II, S. 209.

3) Abbildungen im Handbuch der Architektur II, 4, 2, S. 108 und 109.

Das erste Spital der Johanniter in Jerusalem entwickelte sich aus einer Fremdenherberge, die Kaufleute aus Amalfi Mitte des 11. Jahrhunderts vom Sultan Mostassan Billa auswirkten. Ursache der Gründung war der Umstand, daß die Sarazenen den christlichen Pilgern den Eintritt in die Stadt ebenso wie den Durchzug durch das Land nicht nur erschwerten, sondern ihnen auch die harte Bedingung auferlegten, keine Nacht innerhalb der Mauern Jerusalems zu verweilen[1]). Später kam, wie bei der Klosteranlage, zur Herberge eine Kapelle St. Maria della Latina hinzu, bei der die gottesdienstlichen Handlungen Benediktinern übertragen wurden. Dann teilte die Herberge sich in zwei für Pilgrime beiderlei Geschlechts bestimmte Teile, in denen nun auch Kranke verpflegt wurden, seit inzwischen der erste Kreuzzug stattgefunden hatte.

Jedes dieser Gebäude bekam bald nachher eine eigne Kapelle, eine der heil. Magdalena, die andre dem heil. Johannes geweiht. Später erweiterte sich entsprechend dem durch die Kreuzzüge hervorgerufenen Elend das Hospital lazarettartig.

Wenn nun auch nicht zu verkennen ist, daß in den Kreuzzügen die Johanniter in der Krankenfürsorge Bedeutendes leisteten, so behielten ihre Filialen in den Mittelmeerländern den Herbergscharakter meist bei; mitunter waren es nichts anderes als Versammlungsorte für die nach Jerusalem strebenden Pilger und Kriegsleute[2]). Auch beim Deutschorden war übrigens ein Hauptzweck, „die fremden Pilgram in den Heiligtumsfahrten über Nacht zu beherbergen“[3]).

Man darf überhaupt die reine Hospitaltätigkeit beider Orden nicht zu hoch einschätzen; für die bauliche Entwicklung kommen sie nicht in Betracht. Sie brauchten nur ausgedehntere und prächtigere Wohnungen und eine größere Kapelle. So ist z. B. von Bremen bezeugt[4]), daß im Beginn des 13. Jahrhunderts der Deutschritter-Orden das Heiligegeist-Hospital samt Wohnungen und Kapelle in Besitz nahm und bald eine größere, zweigeschossige Kapelle und die geräumige Kurie baute, deren Reste in Gestalt eines großen Saales direkt neben der neuen Spitalkapelle, rechteckig und zweischiffig mit vier Jochen, noch vorhanden sind.

Vorzügliches jedoch leisteten beide Orden in der Verwaltung bereits bestehender, ihnen zur Sanierung übergebener Hospitäler[5]).

Ueberhaupt möglich gemacht wurde den Ritterorden die Hospitaltätigkeit durch die langgewohnte Einrichtung der Konversenbrüder und -schwestern. Diese hatten sich seit langem schon den Klöstern in großer Zahl für die Erledigung der officia exteriora, zu denen die Hospitaltätigkeit gehörte, angeboten und besaßen mitunter schon eigene Infirmarien.

Durch die Laienbrüderschaft wurden die Klosterhospitäler selbständiger, trennten sich mitunter vom Kloster und standen als eigene Anstalten neben den letztern. Die Konversen, die bald ein Konvent für sich bildeten, nahmen mehr und mehr die äußeren Mönchsformen in Gestalt einer freiere Bewegung gestattenden Regel — des Augustin — an und begannen sich ordensmäßig auszugestalten. Sehr oft blieb das Hospital dabei unter klösterlicher Aufsicht. Einzelne machten sich jedoch auch hiervon frei, wurden verwaltungsselbständig, gründeten Tochterhospitäler, schlossen

1) Gauger: Allgemeine Geschichte des Ritterordens des heil. Johannes von Jerusalem, Karlsruhe 1844, S. 4.

2) Wedekind: Geschichte des ritterlichen Johanniter-Ordens, Berlin 1853, S. 6.

3) Urkunde bei Heusinger: Das Hospital in Marburg, S. 92, in Schriften der Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaft, Marburg 1872.

4) Denkmale der Hansestadt Bremen III, 2, S. 54.

5) Beispiele bei Uhlhorn II.

mit diesen und untereinander Verbände und mauserten sich schließlich zu Spitalorden heraus. So entstand[1]) der Antoniusorden aus dem Hospital des Klosters mons maior in Vienne und der der „Kreuzträger mit dem roten Stern“ aus dem Klosterspital des heil. Franziskus in Prag.

Andere gesonderte, aber dieselbe Regel teilende Hospitalverbrüderungen gingen in dem Orden des heil. Geistes auf, der Mitte des 12. Jahrhunderts von Guido von Montpellier gegründet war und gleichfalls die Regel Augustins annahm[2]). Ihm wurden zahlreiche bereits vorhandene private wie Kanoniker-Hospitäler unterstellt, so z. B. in Mainz[3]). Dies hatte seinen Grund darin, daß das leitende Pflegepersonal, klösterlich organisiert, den weltlichen Richtern nicht unterstand, die auch keine Möglichkeit hatten, den Hospitalbesitzstand anzutasten. Außerdem waren die geistlichen Hospitäler von Abgaben befreit.

Alle Hospitäler mit der Benennung „zum heiligen Geist“ darf man daher nicht ohne weiteres als durch den bezüglichen Orden gestiftet annehmen, wie auch der bloße Name „zum heiligen Geist“ nicht einmal unbedingt die Zugehörigkeit zu ihm beweist, sondern nur auf die Weihe des Altars an den Heiligen Geist hindeutet. Ueberhaupt verwischen sich mitunter die Grenzen zwischen bürgerlichem und Ordensspital.

In welchem Verhältnis die Heiligegeist-Spitäler anfänglich zum Rate der Stadt standen, bedarf noch eingehender Forschungen. Der Umstand, daß zahlreiche Hospitäler, so z. B. das in Frankfurt a. M.[4]) ursprünglich kein eigenes Hospitalsiegel besaßen, sondern das Stadtsiegel den Urkunden anhängten, läßt gewisse Aufsichtsrechte der Stadtverwaltung vermuten.

Man muß sich stets vergegenwärtigen, daß inzwischen dem religiösen Eifer das bürgerliche Selbstbewußtsein sich vollwertig an die Seite gestellt hatte, Regungen, die sich in vielen Punkten, namentlich in der Wohltätigkeit, begegneten. So war es möglich, daß z. B. in Paris — nach Viollet — vom 7. bis zum 16. Jahrhundert 15 verschiedene Hospitäler entstanden.

Allerdings beförderte die damalige Richtung des Bußwesens, bei der Wallfahrten oder Geldbußen für gemeinnützige Zwecke auferlegt wurden, die Hospitalgründung. Hierbei machte sich jedoch der Einfluß des realeren Elements, des Bürgertums, bemerkbar, namentlich in der Wandlung des Begriffs der Nächstenliebe vom Religiösen zum Sozialen. Der Ueberschwang der Gefühle wurde gemildert und auf eine mehr verstandesmäßige, bürgerliche Grundlage gestellt. Dies war für die Hospitäler kein Nachteil. Manchen Gesundheitsschädigungen, wie den Geistes- und vor allem den ansteckenden Krankheiten, war mit gesundem Egoismus besser zu begegnen als mit schwärmerischer Aufopferung, die auch, wie die verschiedensten Stiftungsbestimmungen zeigen, nicht mehr so aufrichtig wie früher gemeint war. So schaut aus der Bestimmung der Lübecker Stifter, die Kranken sollten die vorgeschriebenen Gebete für ihre Wohltäter sprechen, solange ihr Zustand es ihnen erlaube, die Lippen zu bewegen[5]), die Materialisierung der Frömmigkeit und Liebe gar zu naiv hervor. Dieser Egoismus ging mitunter sehr weit; kam es doch vor, daß, als der Zudrang zu den Hospitälern zu sehr anwuchs, Privathospitalgründungen

1) Uhlhorn II, S. 100.

2) Die weitere Geschichte des Ordens bei Virchow: Der Hospitaliterorden vom heil. Geist, zumal in Deutschland, in: Monatsberichte der Kgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1878.

3) Schaab II, S. 173.

4) Böhmer: Das Hospital zum heiligen Geist in Frankfurt a. M. in: Archiv für Frankfurts Geschichte und Kunst, das. 1844, III, S. 79.

5) Michelsen: Schleswigsche Kirchengeschichte. Kiel 1873—79, III, S. 143.

seitens der Stadt hintertrieben wurden, um das Landstreichertum fernzuhalten [1]).

Im allgemeinen jedoch schuf der mehr und mehr hervortretende reale Sinn umfassendere Gesichtspunkte für die Spitalbetätigung und setzte ihre Grenzen weiter hinaus dadurch, daß er die bisher so vernachlässigte Krankenfürsorge als Hauptaufgabe ansah. Und zwar machte er sich nicht nur bei dem Heiligengeist-Orden, sondern auch bei allen bürgerlichen Stiftungen bemerkbar, ebensowie in Frankreich bei den dort vorherrschenden Stiftungen der Fürsten und des hohen Adels. So wurde das Hôtel Dieu in Dreux von Ludwig VI. und dessen Sohn Robert I., dessen Mutter Adelaide zur selben Zeit in Paris das Lazarushospital gründete, um 1150 bereits als eine Art Krankenhaus für leichtere vorübergehende Krankheiten errichtet [2]).

Allerdings darf man hier nicht an Krankenhäuser im heutigen Sinne denken, sondern vielmehr an Pflegeanstalten „für kranke und gebrechliche luyte, denen des Not ist und sich nicht behelfen können“ [3]), die das Spital verlassen mußten, sobald sie wieder ganz notdürftig zu Kräften gekommen waren [4]). Von einer Ausheilung war keine Rede. Ausgenommen waren Aussätzige und sonstige ansteckende Kranke, für die es besondere Häuser gab. Auch unheilbar Kranke wurden oft abgewiesen, desgleichen sämtliche zur Strafe für Verbrechen Verstümmelte und Gebrandmarkte. Das Hôtel Dieu in Paris nahm jedoch jeden auf, auch die mit ansteckenden Krankheiten Behafteten, für die erst 1606 eine besondere maison de santé errichtet wurde. Findelanstalten gab es in Italien mehrere selbständige; beim Heiligengeist-Orden nur an seinen drei Haupthospitälern Montpellier, Rom und Stephansfelde. Wahnsinnige nahm das Johanneshospital in Bremen auf. Da diese von den übrigen Spitalinsassen getrennt werden mußten, waren Einzelräume nötig. Solche standen aber fast nur Hospitälern zur Verfügung, die in unbenutzten Klöstern eingerichtet waren, wie in Bremen [5]). Vereinzelt wurden auch besondere Hospitäler für besondere Zwecke gebaut; so errichtete Ludwig der Heilige in Paris [6]) das Hospital des quatre-vingt für 300 (?) Edelleute, denen die Sarazenen die Augen ausgestochen hatten. Im übrigen waren aber alle Hospitäler allgemein, nur vereinzelt wurden später die Kranken und Siechen nach Ständen geordnet; so gab es in Beaune einen gesonderten Saal für arme und heruntergekommene Edelleute.

Uebergang von städtischen Hospitälern in Pfründenhäuser.

Neben dieser Krankenfürsorge ging von jeher die Vergebung von Pfründen als besonderer Zweig der Liebestätigkeit her. Schon bei den Klöstern hatte, wie früher erwähnt, das Pfründnerwesen bestanden, war baulich in den besondern Abteilungen für alte Mönche der Infirmarien, wie in Clairvaux, zum Ausdruck gekommen, hatte in der Bestimmung des Konzils von Mainz 1261, „ut in hospitalibus pauperum recipiantur senes infirmi et decrepiti sacerdotes“, weitern Anhalt gewonnen und die Errichtung zahlreicher Pfründenhäuser für alte und unvermögende Priester veranlaßt, so 1309 in Osnabrück [7]). Mit der Zeit errichtete man solche Pfründenhäuser auch für Laien

[1]) Grenus: Fragments historiques sur Genève avant la réformation. Genf 1823, S. 42.

[2]) Lemenestrel: Les hôpitaux de Dreux. Chartres 1907.

[3]) Erfurter Spitalordnung von 1388 bei C. Beyer, S. 140.

[4]) Vgl. Urkunde des Heiligengeist-Hospitals in Hannover bei Uhlhorn, II, S. 486.

[5]) Matth. Merian: Beschreibung des niedersächsischen Kreises, Frankfurt a. M. 1653, S. 61.

[6]) Verdier et Cattois II, S. 146.

[7]) Mithoff: Kunstdenkmäler im Hannoverschen VI, S. 129.

und, als der Brauch sich einbürgerte, wandelte man, der Rentabilität wegen, viele bestehende Krankenanstalten in Pfründenhäuser um, besonders häufig für arme alte Frauen.

Die Kreuzzüge, die in den zwei Jahrhunderten ihrer Dauer mehr als 7 Millionen Männern das Leben kosteten, hatten ein Mißverhältnis der Geschlechter hervorgebracht, das, noch vermehrt durch das Zölibat der Geistlichkeit, das Ledigbleiben der Ueberzahl Frauen zur Folge hatte, für die durch Pfründenstiftungen gesorgt werden mußte.

Die meisten dieser Pfründenanstalten für arme Leute waren für 13 Personen bestimmt, so auch in Hannover das Hospital St. Annae, nach der Zahl der Apostel um Jesus; gleichwie durch das Statut Benedikts, später von Citeaux aufgenommen, die Anzahl von zwölf Brüdern mit dem Abt als dreizehnten eine Klausur bilden sollte, welche Zahl später als Mindestzahl beibehalten wurde. Auch die meisten übrigen Zahlen der Pfründenstellen haben in irgendeiner Weise auf das Leben Jesu Bezug. So ist in der Stiftungsurkunde des Kardinals Nikolaus von Cues die Zahl von 33 Armen „nach der Zahl der Jahre, die Christus, unser Erlöser, auf Erden zugebracht hat“, festgesetzt [1]).

Später kamen zu diesen „Armenspitälern“ die sogenannten „reichen Spitäler“ hinzu, in die sich wohlhabende Leute als eine Art Versicherung einkauften. Letztere Gründungen wurden auch gefördert durch rein ökonomische Zustände jener Zeit. Nach dem kanonischen Recht war unmittelbare Zinsnahme von einer bar geliehenen Summe als Wucher verboten; da aber das Bedürfnis nach Darlehen unabweisbar war, umging man das Kirchengesetz und erfand neue Formen des Darlehns. Die übliche Form der Zinsverschleierung war der Rentenkauf, sowohl infolge einer Art hypothekarischer Belastung durch den sogenannten „Zehnten“ als auch als Leibgedinge in bar oder in Naturalien. Meist aber trat sie in einem Abnährungsvertrag zutage, bei dem der Empfänger (Pfründner) Wohnung und Unterhalt erhielt; eine Kapitalsanlage, wie sie namentlich für ältere Leute sehr dienlich war. Es liegt dabei auf der Hand, daß die Hospitäler, deren Zweck Schutz und Unterhalt solcher schwacher, alter Personen war, sich zur Entgegennahme derartiger Rentverträge besonders eigneten.

Mitunter gingen die Hospitäler auch krankenkassenartige Verträge ein, z. B. in Lüneburg mit den Sülfmeistern für kranke und altersschwache Arbeiter der Salzwerke.

Schließlich richteten auch die einzelnen Innungen in bestehenden Hospitälern Pfründnerstuben für ihre Angehörigen ein und bauten später sogar eigene Häuser. So besaß solche z. B. in Osnabrück das Back-, Wandmacher-, Schuhmacher- und Schneideramt.

Kirchliche Stellung der Hospitäler und ihre Verwaltung.

Die klerische Herkunft verleugnete das Hospital in keiner seiner Formen; deshalb spielte stets eine große Rolle die Kapelle, um so mehr, als das Leben in ihm klösterlich ablief, verschiedentlich — eine Reminiszenz an das Klosterhospital — Horendienst abgehalten wurde und eine bestimmte Anzahl von Vaterunsern und Ave Maria (in Lübeck 300 am Tage) in den meisten Anstalten durch Stiftungswillen vorgeschrieben war.

Nach dem Hauptaltar erhielt das Hospital seinen Namen; dabei läßt die Weihe nur bei wenigen Heiligen einen eindeutigen Schluß auf die Zweckbestimmung zu (Antonius, Georg, Elisabeth, Gertrud). Im allgemeinen wird man in den Hospitalnamen nur den Schutzheiligen des betreffenden Stifters erkennen können.

Ob allerdings die nicht rein klerischen Hospitäler von Anfang an das Recht hatten, auf ihrem Grund und

[1]) Marx: Geschichte des Armenhospitals zum heiligen Nikolaus zu Cues. Trier 1907, S. 55.

Boden ohne besondere Erlaubnis des Bischofs oder Papstes Kapellen zu errichten, steht nicht fest. Wenigstens lassen die Bullen mehrerer Päpste, z. B. Innozenz III. für den Orden zum heiligen Geist, laut deren obige Erlaubnis ausdrücklich gewährt wurde, es nicht von vornherein annehmen. Erst seit dem 14. Jahrhundert scheint es Gewohnheit geworden zu sein, die Hospitäler von vornherein mit einer Kapelle zu verbinden, die zum Teil selbständig, zum Teil unter Kloster- und Ordenspatronat eigenen Gottesdienst hatten. Man findet in jener Zeit sehr häufig die formelhafte Erlaubnis des betreffenden Bischofs „hospitale pro infirmis et pauperibus in eo hospitandis et capellam iuxta dictum hospitale" zu erbauen.

Anfänglich waren diese Kapellen klein und nur für das Hospital selbst ausreichend. Größere Amtshandlungen durften nur mit Genehmigung der Parochialgeistlichkeit vorgenommen werden; mitunter wurden auch durch Stiftungserlaß nicht nur die Rechte des betreffenden Priesters stipuliert, sondern sogar genaue Vorschriften über Abhaltung der Messen usw. gegeben. Im Kleinen Heiligengeist-Hospital zu Stendal durfte [1]) z. B. nur „unum altare in modum oratorii et non in modum capellae" errichtet werden, an welchem die Messe „non cantando sed submissa voce dicendo" abzuhalten sei, und auch „nec aliqua signa beneficii debent ibi erigi".

Diese Bevormundung durch die Geistlichkeit führte naturgemäß zu wiederholt beurkundeten Streitigkeiten wie in Köln [2]). Allerdings war der Klerus durch starke materielle Interessen mit dem Hospitale verbunden, da für den Unterhalt der allmählich steigenden Anzahl von Vikariatstellen an einer Kapelle — in Marburg waren schon 1244, d. h. 15 Jahre nach der Hospitalstiftung durch die heil. Elisabeth 13 diensttuende Priester vorhanden [3]) — die Hospitaleinkünfte herhalten mußten.

Solchen vergrößerten Kapellen, wie z. B. der des Hospitals in Marburg durch Bulle vom März 1231, wurde mitunter das Patronat über andre Kirchen erteilt, ein Umstand, der natürlich auf eine selbständige Stellung der Kapelle bis zur Gestaltung als Pfarrkirche hindrängte. Zur letztern wurde z. B. 1833 die Kirche des Heiligengeist-Hospitals in Hannover.

Diese Umgestaltung zur selbständigen Pfarrkirche konnte für das Hospital nur einen Rückgang bedeuten, da es nun innerlich und äußerlich nur einen Annex der Kirche, nicht mehr den Hauptwert darstellte.

Die Verwaltung der Hospitäler lag anfänglich fast ganz in den Händen der Geistlichkeit. Sie war nicht sehr einfach, insofern sich allmählich zwischen Pflegern und Verpflegten, deren Lebensweise im übrigen bei der Einfachheit der Lebensgewohnheiten anfänglich die gleiche war, Unterschiede, auch vermögensrechtlicher Natur, geltend machten. Man fing an, bei den an die Stiftungen vermachten Vergabungen, wie viele Urkunden aus dem 14. Jahrhundert beweisen, je nachdem mehr die Ordensbrüder und ihr Gotteshaus oder aber die Bedürftigen selbst ins Auge zu fassen. So entstanden Sondergüter im Gegensatze zum allgemeinen Vermögen des Hauses. Hier gingen die mit der Verwaltung betrauten Kleriker nicht immer selbstlos vor, insofern sie häufig einen großen Teil des Erbguts der Armen in Benefizien für sich verwandelten, so daß dies schließlich auf dem Konzil zu Vienne und später in Trient zur Sprache kam und Laien zur eigentlichen Verwaltung berufen wurden, während die Geistlichkeit nur die Oberaufsicht behielt. Bei vielen Hospitälern blieb jedoch die Sache beim alten. Die Einkünfte wurden weiter zur Unterhaltung von Geistlichen verwandt, so daß zahlreiche Anstalten ihrem eigentlichen Zwecke entfremdet wurden. So verwandelte sich, nach Ratzinger, das Kollegiatstift des heil. Ansgar in Bremen in ein Stift für zwölf Kanoniker.

[1]) Bekmann: Historische Beschreibung der Chur und Mark Brandenburg. Berlin 1753, S. 128.

[2]) Ennen: Quellen zur Geschichte der Stadt Köln, das. 1862, II, 73.

[3]) Heusinger: Das Hospital von Marburg, das. 1872.

Anders stand es um die Kapellen der Hospitalbrüderschaften. Hier dienten erstere weniger dem Hospitalzwecke als vielmehr als Stätte der religiösen Uebungen der Brüderschaften selbst, in der letztere besonders das Fest des jeweiligen Patrons mit großem Prunke feierten, wie solche Kapellen auch jede Zunft besaß. Hier erscheint das Bestreben der Geistlichkeit nach Einfluß in der Verwaltung und nach Teilnahme am Genusse des Kapellenvermögens berechtigt.

Wo es ging, suchte natürlich stets die Stadt die Verwaltung in ihre Hände zu bekommen, was ihr in den meisten Fällen gelang, derart, daß wenigstens die entscheidende Stimme beim Rate lag.

Andrerseits behielt mitunter der klerische Einfluß die Oberhand, insofern es sich bisweilen einbürgerte, den Hospitälern die Einkünfte zu nehmen und den Klöstern zuzuwenden oder sie gar zu Klöstern umzugestalten, „daß also die Tochter die Mutter gleichsam verzehret" [1]). So gestattete laut Urkunde von 1196 [2]) der Erzbischof den nach der Regel Augustins lebenden Spitalschwestern in Erfurt, sich innerhalb der Mauern niederzulassen und ein Kloster zu bauen „monasterium sanctimonialium ordinis S. Augustini". Daß solche Klöster ihren ursprünglichen Charakter ganz verleugneten, ist nicht anzunehmen, schon weil sie als solche eine gewisse Hospitaltätigkeit ausübten; eigentliche Hospitäler waren sie aber nicht mehr. Aehnlich ging es dem Allerheiligen-Hospital in Erfurt.

Allgemeine Anordnung der städtischen Hospitalanlagen.

Der Grund für die erwähnte nachträgliche Niederlassung innerhalb der Stadtmauern bildete die Gefährlichkeit der Lage vor den Mauern, die sehr viele Spitäler aufwiesen, wie in Marburg, Hildesheim, Erfurt, Hamburg, Stettin, Perleberg, Salzwedel, Sangerhausen, Naumburg, Quedlinburg, Würzburg, Augsburg, Straubing, Bern und viele andre. Daher wurde diese vom Heiligengeist-Orden zuerst aus hygienischen Gründen bevorzugte Lage vielfach aufgegeben, nachdem viele Hospitäler zerstört und in den stürmischen Zeiten der Stadtfehden eingeäschert waren oder auch von der eigenen Stadt aus Furcht, der Feind könne sich in ihnen festsetzen, niedergelegt wurden, so z. B. 1392 in Straßburg [3]).

Es ist anzunehmen, daß der ursprüngliche Baugedanke der bürgerlichen Spitäler die Lage um einen geschlossenen Hof, mitunter mit Kreuzgang, gewesen ist. Schon aus dem Umstande, daß noch heute einzelne Anstalten „Höfe" genannt werden — häufig ist der Name „Antoniushof" für ehemalige Aussätzigenhäuser; das Siechenhaus in Stadthagen hieß „Johannishof" [4]) —, läßt sich die Uebereinstimmung der baulichen Anlagen beider Gebäudearten annehmen; die Klosterhöfe bildeten aber stets einen Gebäudekomplex um einen Mittelhof, dessen eine Seite meist eine Kapelle einnahm. Diese Anordnung wurde nun unmittelbar entnommen, oder es blieb auch eine Vierecksseite für die Einfahrt offen, wie beim Hôtel-Dieu in Dreux [5]).

Selbstredend ist dabei, daß eine planmäßige Gestaltung des Lageplans nur großen, gut fundierten Anlagen gegeben

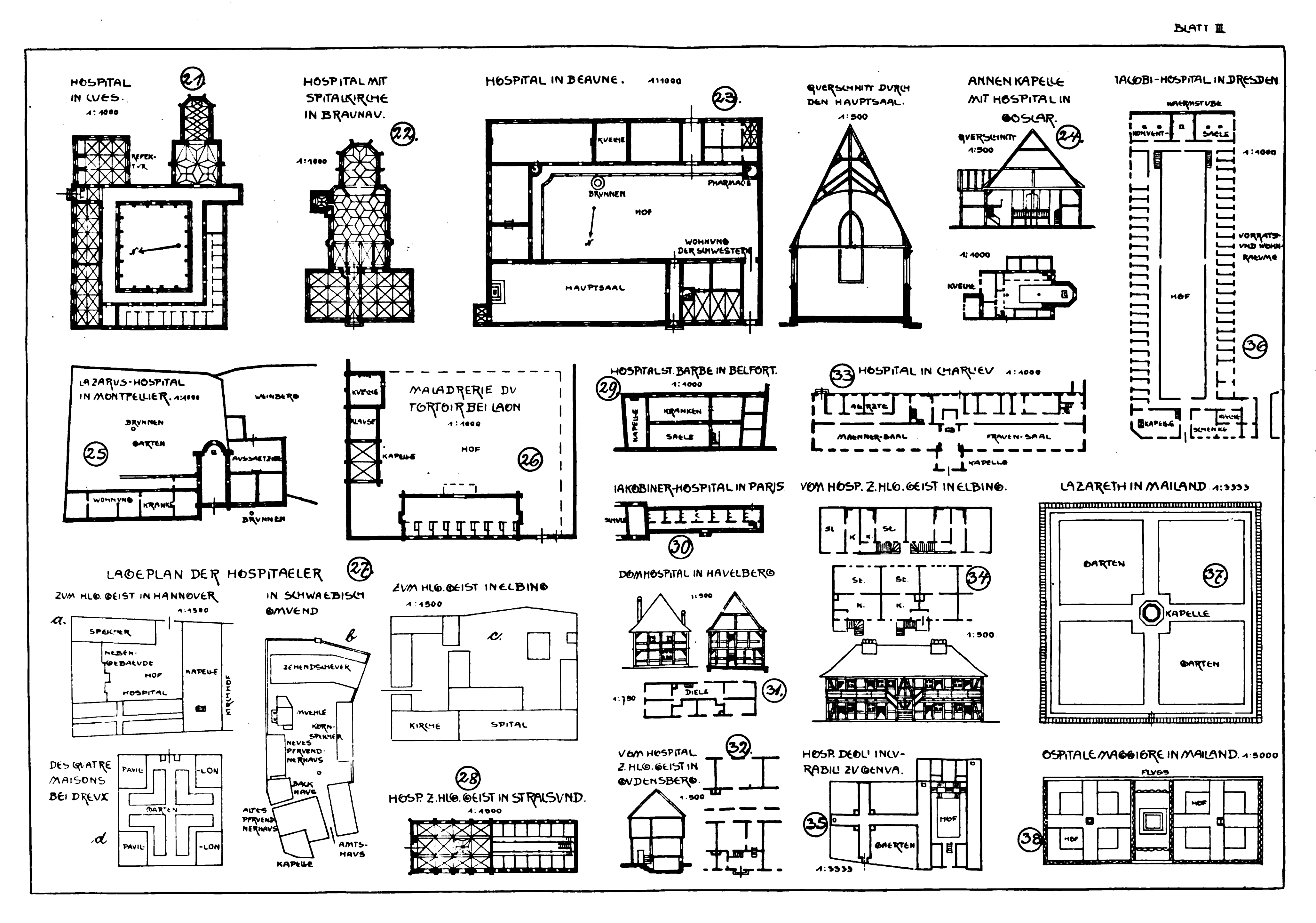
[1]) Bekmann II, S. 121.

[2]) C. Beyer: Zur Geschichte des Hospital- und Armenwesens in Erfurt, S. 130.

[3]) Hagen: Notice historique sur l'hôpital de Strasbourg. Straßburg 1842, S. 5.

[4]) Bau- und Kunstdenkmäler von Schaumburg-Lippe, S. 81.

[5]) Tafel 8 und 9 bei Lemenestrel: Les hôpitaux de Dreux.


BLATT III
HOSPITAL IN LUES. 1:1000
21
HOSPITAL MIT SPITALKIRCHE IN BRAUNAU.
22
HOSPITAL IN BEAUNE. 1:1000
23
QUERSCHNITT DURCH DEN HAUPTSAAL. 1:500
ANNEN KAPELLE MIT HOSPITAL IN GOSLAR.
24
QUERSCHNITT 1:500
IACOBI-HOSPITAL IN DRESDEN 1:1000
36
LAZARUS-HOSPITAL IN MONTPELLIER. 1:1000
25
MALADRERIE DU TORTOIR BEI LAON 1:1000
26
HOSPITAL ST. BARBE IN BELFORT. 1:1000
29
HOSPITAL IN CHARLIEU 1:1000
33
IAKOBINER-HOSPITAL IN PARIS
30
VOM HOSP. Z. HLG. GEIST IN ELBING.
34
LAZARETH IN MAILAND 1:3333
37
LAGEPLAN DER HOSPITAELER
27
ZUM HLG. GEIST IN HANNOVER 1:1500
a.
IN SCHWAEBISCH GMUEND
b
ZUM HLG. GEIST IN ELBING 1:1500
c.
DES QUATRE MAISONS BEI DREUX
d
DOMHOSPITAL IN HAVELBERG
31
HOSP. Z. HLG. GEIST IN STRALSUND. 1:1000
28
VOM HOSPITAL Z. HLG. GEIST IN GUDENSBERG. 1:500
32
HOSP. DEGLI INCURABILI ZU GENUA.
35
1:3333
OSPITALE MAGGIORE IN MAILAND. 1:5000
38

werden konnte, wie in Lübeck, Beaune. Die kleineren Anstalten nahmen die übliche Form erst allmählich durch Zubauten an, so in Hannover[1]) (Abb. 27a).

Selten richtete sich die Größe der Hospitäler von vornherein nach einer bestimmten Bettenzahl. Es wurde vielmehr ein mehr oder minder großes Gebäude errichtet, in dem so viel Betten, als der Betrag der Stiftung eben zuließ, untergebracht wurden. Die geräumige Hofanlage ließ eine Vergrößerung der Anstalt auf irgendeine Weise meist zu. Wenn, wie Hunderte von Urkunden zeigen, zu jeder Zeit ein oder mehrere Betten mit Zubehör („munitum culcitra, pulvinari, plume, copertoria et linteaminibus") nachgestiftet wurden, wurden diese in den vorhandenen Raum eingestellt, woraus sich die zahlreichen Klagen über allzu große Enge der Hospitäler erklären.

Aus alledem ist der Schluß zu ziehen, daß ein bestimmtes Schema bei der Gruppierung der einzelnen Teile der Hospitalanlage nie beobachtet wurde; überhaupt kann eine direkte Einwirkung eines früheren Gebäudes auf spätere nicht nachgewiesen werden. Beim Heiligengeist-Orden war das schon aus dem Grunde ausgeschlossen, als Brandenburg, das älteste deutsche Heiligegeist-Hospital, dasselbe Gründungsjahr 1204 hatte wie das spätere Haupthaus in Rom.

Gewisse Uebereinstimmungen sind allerdings erkennbar, namentlich bei Bauten des 14. und 15. Jahrhunderts. So lassen sich aus der Merianschen Topographie der verschiedenen deutschen Gebietsteile vom Anfang und Mitte des 17. Jahrhunderts folgende allgemeine Gesichtspunkte entnehmen: Die zu der Zeit bereits fast stets unter städtischer Aufsicht stehenden Spitäler lagen, wenn innerhalb der Stadtmauern, hart am Tore in der nach ihnen benannten Gasse, wenn aber außerhalb der Mauern, an der Stadtseite, wo fließendes oder stehendes — dann aber größeres — Gewässer eine gesunde Luft und geregelte Fäkalienabführung zu versprechen schien. Stets lagen sie dabei an einem der Hauptzuwege zur Stadt, in nicht allzu großer Nähe des dort befindlichen Eingangstores, öfters auf künstlich hergestellter Insel. Stets war der ganze Komplex samt den Nebengebäuden und Gärten von einer Mauer umschlossen und enthielt eine größere oder kleinere Kapelle. Das Spitalgebäude selbst war meist zweistöckig und massiv, auch in Gegenden, die den Fachwerkbau bevorzugten.

Des öftern lagen die Hospitäler, ähnlich den Kirchen, inmitten des zugehörigen Kirchhofes, den die Anstalten, deren Kapellen Pfarrkirchen waren, stets aufwiesen; unter allen Umständen lag ein solcher neben den Aussätzigenhäusern. Wo das allgemeine Hospital außerhalb der Mauer lag, konnte es mitunter mit einem Aussätzigenhaus einen gemeinsamen Kirchhof haben, wobei dann die beiden Hospitäler durch den Kirchhof selbst getrennt waren, z. B. in Neustadt a. d. Orla[2]).

Die Ausbildung der Hospitalkapelle an sich.

Welche wichtige Rolle in der Organisation der Hospitäler die Kapelle und die Entwickelung derselben spielte, habe ich schon geschildert. Ebenso wichtig jedoch war der bauliche Einfluß, den die Kapelle auf die Anordnung des ganzen Hospitalplans ausübte. Vorhanden war sie stets, selbst dort, wo das Hospital in unmittelbarer Nähe einer Kirche lag, z. B. beim Liborius-Hospital in Alt-Römhild[3]). Mitunter waren sogar bei demselben Hospital mehrere Kapellen, nicht etwa nur Altäre, vorhanden, so

[1]) Redecker: Historia Collectanea von der Kgl. und Kurfürstl. Residenzstadt Hannover, S. 155ff. (Manuskript).

[2]) Bau- und Kunstdenkmäler Thüringens, Heft 24, S. 102.

[3]) Bau- und Kunstdenkmäler Thüringens, Sachsen-Meiningen II, S. 463.

in Paris und Orleans, in denen man die Gebeine der Wohltäter beisetzte und die testamentarisch angeordneten Messen las.

Groß brauchten deshalb die Kapellen nicht zu sein. Wenn dies der Fall war, so hatte das meist seinen besondern Grund; bei einzelnen, weil sie durch irgendwelche wunderbaren Heilungen, die natürlich dem Hospitalheiligen zugute geschrieben wurden, sich in Wallfahrtskapellen umwandelten, wie die des Hospitals St. Cyriakus zu Sonneborn in Thüringen[1]) und des Wolfganghospitals in Gera[2]).

Mannigfaltig wie ihre Größe war auch die Form der Kapelle. Ihre normale Gestaltung soll bei der Entwicklung der Hospitalräume noch weiter behandelt werden. Den Rahmen der Abhandlung würde auch bei größter Einschränkung eine Kritik namentlich der späteren Hospitalkapellen, oder besser gesagt Spitalkirchen, überschreiten, nachdem letztere, besonders als selbständige oder gar Pfarrkirchen, ziemlich sämtliche Typen städtischer oder klösterlicher Kirchenbauten angenommen hatten, siehe schon die in Braunau (Abb. 22). Selten angewandt wurde die bei letzteren so häufige fünfschiffige Anlage, z. B. beim Heiligengeist-Hospital in Rostock[3]). Die Erklärung hierfür[4]), daß diese Form zurückzuführen sei auf die fünf bedeckten Gänge am Heilsteiche Bethesda (Ev. Joh. V, 2) und an die fünf Brote, mit denen Christus das Volk speiste (Ev. Joh. VI, 9), als Ausdruck der Kranken- und Armenfürsorge, erscheint reichlich gesucht. Der Hinweis auf die zahlreichen gleichzeitigen fünfschiffigen Kirchenbauten dürfte genügende Erklärung sein.

Weniger auffällig ist die wiederholte Ausbildung als zweigeschossige Doppelkirche, ähnlich den Burg- und Pfalzkapellen. Ob dieselben in einer konsequenten Durchführung der zweigeschossigen Spitalanlage ihren Grund haben oder um die Kranken nach den Geschlechtern zu trennen (vgl. die Nonnenkirchen!), steht dahin und muß einer genauen Untersuchung der Urkunden dieser Anstalten überlassen bleiben. Solche zweigeschossige Kapelle hatte der „Gral" in Lüneburg (nach Mithoff) und vor allem das Heiligegeist-Hospital in Wisby auf Gotland[5]) als Zentralkirche in Form eines Achtecks mit kleinem Chor. Hierher gehört auch die Anordnung der Kapelle für beide Geschosse, wie sie sich in Gudensberg (Abb. 7) findet und sich noch in spätern Bauten (St. Barbe in Belfort, Abb. 29) als Kapelle behauptet, die durch Fenster und Türen mit mehreren Stockwerken des Hospitals verbunden ist. Es mag auch sein, daß diese Zuweisung einer Kapelle für mehrere Stockwerke den Keim bildet für die interessante Anlage der Goslarer St. Annenkapelle (Abb. 24), wo die Hospitalitinnenzellen in den freien Kapellenraum eingebaut sind.

Die bei Kirchen fast durchgängige Orientierung teilen die Hospitäler nicht immer, da sie als städtische, oft eingebaute Anlagen sich nach der Oertlichkeit richten mußten. Doch ist es wohl möglich, daß, wo es der Fall ist, die Baumeister in einer Zeit, in der alles Tun mit der Religion in Zusammenhang gebracht wurde, auch diesen Bezug auf das kirchliche Element in wohlerwogener Absicht aufnahmen. Glaube und jede Art von Theorie verschmolzen damals zu solcher Einheit, daß auch die dem realsten Zwecke dienenden Künste von dieser Beziehung ein offenkundiges Merkmal erhalten mußten.

[1]) Bau- und Kunstdenkmäler Thüringens, Sachsen-Koburg-Gotha S. 133.

[2]) Bau- und Kunstdenkmäler Thüringens, Reuß jüngere Linie S. 41.

[3]) Bau- und Kunstdenkmäler von Mecklenburg-Schwerin I, S. 250.

[4]) Kreuser: Der christliche Kirchenbau usw. Regensburg 1850, I, S. 522.

[5]) Klingenberg u. a.: Hansische Wisbyfahrt. Leipzig 1882, Blatt 14--21.

Die innere und äußere Ausgestaltung der Kapelle hing natürlich zu sehr von den zur Verfügung stehenden Mitteln ab, um allgemeine Folgerungen daraus ableiten zu können. Gewohnheit und Oertlichkeit waren bei ihrer Errichtung von maßgebendem Einfluß. So gibt Bekmann ausdrücklich an [1]), daß die Kapelle des St. Annen-Hospitals in Wittstock nach 1750 noch aus Holz gewesen sei, „nachdem der Ort gar zu sumpfig" sei.

Die Ausbildung der eigentlichen Hospitalräume.

Der innige Zusammenhang zwischen Form und Umfang der Kapelle und der Gestaltung des ganzen Hospitalplans war erst möglich geworden, seitdem an Stelle der kleineren Räume des wohnhausähnlichen Klosterhospitiums beim Hospital die Hallenanlage getreten war. Daß man in romanischer Zeit die den Kirchen eigene Saalform des Hauptschiffes, wie es scheint, noch nicht auf den Hospitalbau übertrug, mag in dem Mangel an Mitteln begründet sein. Wie dem auch sei, größere Ausdehnung gewann die neue Saalform erst mit dem Aufkommen der Frühgotik und dem Bekanntwerden des weniger schiebenden Spitzbogens. Ein interessanter Beleg hierfür ist das schon beschriebene Klosterhospital in Eberbach, bei dem sich eine Säule findet, deren Kapitell zur einen Hälfte noch romanische, zur andern schon frühgotische Ornamentformen aufweist. Mit diesem Bau etwa gleichzeitig entstanden auch die ältesten noch erhaltenen städtischen Hospitäler.

Form und Umfang der neuen Säle waren sehr verschieden, wie ein Vergleich der auf Blatt 2 in demselben Maßstabe aufgetragenen Grundrisse zeigt. Die dabei auffallende Aehnlichkeit mit dem Schema einer kleinen Kirche ermöglichte den öfters nachzuweisenden Ankauf von Kapellen mit zurückgegangenen Einkünften seitens reicher Gemeinden und ihre Umgestaltung zu Hospitalzwecken, so bei St. Jürgen, St. Spiritus in Treptow a. T., St. Spiritus in Anklam u. a. Mitunter zeigte der Hospitalsaal nicht nur die Form eines Kirchenschiffes, sondern die ganze Anlage wies sogar die nur der Kirche eigentümliche Kreuzform auf, so das Hospital von Compiègne, dessen Kopfflügel die Kapelle bildete [2]), — leider ist von diesem Bau nur der Westflügel erhalten. — Zurückzuführen auf derartige Anlagen in lateinischer Kreuzform ist die noch zu behandelnde Gestalt der späteren großen italienischen Hospitalanlagen nach der Form eines griechischen Kreuzes.

Die größte Aehnlichkeit mit dem Kirchentyp haben natürlich die dreischiffigen Anlagen, wie Eberbach, Chartres, Angers, Ourscamps, Gand u. a., von denen die ersten drei, Mitte und Ende des 12. Jahrhunderts erbaut, zugleich die ältesten in ursprünglicher Form erhaltenen Hospitalsäle darstellen.

Auffallender und in öfterer Anwendung nur bei den Räumen der Klosterklausur zu beobachten sind die Anlagen mit zwei Schiffen, wie sie die Hospitäler in Compiègne, Brie-Comte-Robert, Soissons, Hildesheim, die beiden späteren der vier großen Säle des Hôtel-Dieu in Paris und viele andre zeigen, und wie sie noch bei späten Anlagen, z. B. beim Hospital von Cues bevorzugt werden. Doch lag die Anzahl der Schiffe nicht etwa in der Gewohnheit bestimmter Gegenden begründet. Man baute, wie schon ausgeführt, den vorhandenen Mitteln entsprechend. Reichte der Bau nicht aus, so legte man ein neues Gebäude an, das dem ersten an Anzahl der Schiffe und Joche durchaus nicht zu entsprechen brauchte, sondern sich dem Bedarf anpaßte. So erklärt sich das zweischiffige Nebengebäude neben dem dreischiffigen Hauptsaal des Hospitals in Gand. Ursprünglich scheint eine zweischiffige Anlage auch beim Heiligengeist-Hospital in Lübeck beabsichtigt oder vorhanden gewesen zu sein. Wenigstens läßt der Kellergrundriß, der in Abb. 18 der bessern Uebersicht namentlich der Räume um den Kreuzgang wegen an Stelle des Erdgeschoßgrundrisses gezeichnet ist, darauf schließen. Freilich bot die Ueberdeckung des ganzen Raumes mit einer Holzdecke gegenüber der zwei- oder mehrschiffigen Anlage so bedeutende Vorteile an Raumgewinn, daß eben die größten Anstalten — Lübeck und Tonnerre — zu ihr griffen. In ihrem durch keine Säulenstellung verengten lichten Raume war eine Aufstellung der Betten oder Pfründnerkammern sowohl in zwei als in drei oder vier Reihen möglich. Die vierreihige Anordnung bei dreischiffiger Anlage gestattete nur eine große Saalbreite, jedoch blieb schon hier, wie Abb. 13 ersichtlich macht, in der Mitte ein zu knapp bemessener Raum übrig.

Nicht viel praktischer erscheinen die zweischiffigen Räume. Eine Bettaufstellung in vier Reihen ließ die Schiffsbreite wohl selten zu. Bei der zweireihigen Aufstellung mußten jedoch bei einer Anordnung der Betten längs der Wände die Mittelsäulen störend und unübersichtlich wirken; die Anordnung in Saalmitte war wiederum im Interesse einer guten Ausnutzung des Raumes nur bei geringer Schiffsbreite angebracht. Dazu kam, daß die bei der einschiffigen größeren Anlage notwendige Ueberdeckung in Holzkonstruktion weit in den Dachraum hineingezogen werden konnte und dadurch selbst bei Annahme von vier dichtgestellten Bettreihen den heute für jeden Kranken zugebilligten Kubikinhalt Luft ausreichend gewährte. In Tonnerre waren für jeden der 40 Kranken rt. 550 ^{cbm}, in Lübeck für jeden der 136 Pfründner rt. 98 ^{cbm} Luft vorhanden, während die alte dreischiffige Anlage in Angers den 222 Kranken nur je 60 ^{cbm} Luft gewährte.

Ueber die frühere Anordnung der Betten in den einzelnen Sälen ist nicht überall Kunde erhalten. Ob die Kammerneinteilung z. B. in Lübeck ursprünglich ist, steht dahin. Alt ist die in Tonnerre. Hier lagen an jeder Langseite 20 durch Holzverschläge abgeteilte und oben offene Kammern von 4 ^{m} Breite, mit je einem Bett, über die längs der Außenwand eine ringsumlaufende Galerie hinwegführte (Abb. 17), die mit dem Lettner vor der Kapelle und nach außen mit den Wohnräumen der Stifterin und der Schwestern durch besondere bedeckte Gänge in Verbindung stand. Sie ermöglichte eine die Kranken nicht störende Aufsicht, diente zugleich zum Bedienen der oberen Fensterreihe und schützte die Kranken gegen die blendende Wirkung der Lichtstrahlen.

Auf der alten Anlage des 14. oder 15. Jahrhunderts beruhte, wie die übereinanderliegenden Fenster beweisen, die 1669 erneuerte Zellenanordnung im neuen Teile des Heiligenkreuz-Hospitals in Goslar (Abb. 6). Hier war nur an der Nordseite des 12 ^{m} breiten Saales eine Reihe von Zellen — je 4 ^{m} lang und durchschnittlich 3 ^{m} breit — angeordnet, die über sich eine durch eine schmale Galerie zuwegsam gemachte zweite Zellenreihe trug, während der durch Südlicht erhellte übrige Saalraum als gemeinsame Diele diente.

Im großen dreischiffigen Saale St. Jean in Angers war die Verteilung der Kranken nach einem Manuskript von 1645 [1]) derart, daß das mittlere Schiff leer blieb, während das linke den Weibern, das rechte den Männern diente. In jedem dieser beiden Seitenschiffe standen drei Reihen Betten. Die Bedienung geschah vom Mittelschiff aus. Anstatt des Bettes eines Erwachsenen waren mitunter zwei Kinderbetten eingeschoben, was bei der Schiffsbreite von 7,5 ^{m} noch möglich ist [2]). Uebrigens lagen die Kranken oft zu zweien in einem Bette, wie die öfters angegebene Bettbreite sowie ein Miniaturbild des 15. Jahrhunderts [3]) ersichtlich macht.

[1]) Bekmann II, S. 269.

[2]) Verdier et Cattois S. 147.

[1]) Abgedruckt bei Tollet S. 127.

[2]) Verdier et Cattois und nach ihnen Viollet geben fälschlich eine vierreihige Bettstellung an.

[3]) Abgebildet bei Tollet S. 187.

Der Hospitalgrundriß als Kombination von Saal und Kapelle.

Diese nach Umfang, Form und Einteilung so verschiedene Gestalt der Hospitalsäle teilte nun auch die Hospitalkapelle. Nach Synodalbeschluß mußten die Kranken stets die Möglichkeit direkter Teilnahme am Gottesdienste haben. Für große und zerteilte Anlagen war dabei die Aufstellung eines Altars im Krankenraume selbst die beste und dabei einfachste Lösung. Daß dabei die Kranken gleichsam in der Kirche selbst wohnten, schadete nichts; im Gegenteil trug in jenen glaubensstarken Zeiten die Nähe der Andachtsstelle eher zur Gesundung bei. So stand in jedem der vier Säle des Hôtel-Dieu in Paris, in die die Kranken übrigens nicht nach der Art der Krankheit, sondern nach der Schwere des Falles und nach den Geschlechtern getrennt, verteilt wurden, ein Altar. Von diesen vier Sälen waren die beiden ältesten, der Saal St. Denis und der Saal St. Thomas, beide um 1200 gegründet, noch einschiffig; die beiden andern, etwa 50 Jahre jüngern, der Salle-neuve und die Infirmarie, zogen sich, jeder zweischiffig, 122 ^{m} lang längs der Seine hin [1]).

Mitunter befand sich auch im Hauptsaal, z. B. dem „langen Hause" des Heiligengeist-Hospitals in Lüneburg [2]), ein Altar, trotzdem zum Spital eine eigne Spitalkirche gehörte.

Dieselbe Anlage hatte das erst 1443 gegründete Hospital in Beaune (Abb. 23), wo der Altarraum erst später durch Chorschranken vom eigentlichen Krankenraum abgeteilt wurde. Von Anfang an war jedoch schon eine kleine Sakristei vorhanden. Seltsamerweise hatten die übrigen Säle der zweigeschossigen Anlage keinerlei Verbindung mit einem besondern Altarraum; es ist daher zu vermuten, daß in ihnen Rekonvaleszenten untergebracht waren, die die Kapelle durch den deshalb bis zum Hauptsaal und nicht weiter reichenden bedeckten, gleichfalls zweigeschossigen Gang aufsuchten. Interessant ist übrigens die Tatsache, daß diese doppelte Galerie trotz der sonstigen Aehnlichkeit mit zeitgenössischen Palastanlagen, noch immer durch eine niedrige Brüstung vom Innenhofe abgeschlossen war, ein bewußtes Verbleiben bei dem bei Kloster- und Hospitalanlagen von jeher verwandten Schema. Bemerkt sei, daß dieses wohlhabende Hospital eine eigne Apotheke und einen besonderen Totenraum besaß.

Stark von Beaune beeinflußt, worauf auch die sonstige Geschichte des Hospitals u. a. durch Uebernahme von Schwestern hindeutet, scheint das Hospital in Charlieu gewesen zu sein. Nach dem Inventar von 1473 [3]) hatte es den gleichen herumlaufenden Gang und gleichfalls den später durch Balustraden abgetrennten Altarraum im Hauptsaal des Erdgeschosses. Das Obergeschoß war in eine größere und eine kleinere Kammer aufgeteilt und hatte noch eine kleinere Kammer mit Kabinett über der unteren Galerie.

Da bei den Hospitälern in Brie-Comte-Robert (Abb. 10) und dem Saal St. Jérôme in Soissons (Abb. 11), beide aus dem 13. Jahrhundert, keine besondere Kapelle vorhanden ist, wird auch hier wohl eine Altarstellung im Saale selbst anzunehmen sein.

Sollte diese besonders hervorgehoben werden, ohne daß aber die geringste Trennung stattfand, so ergab sich als Lösung die besondere Ausgestaltung des einen Saalendes, bei mehrschiffiger Anlage durch Einwölbung der ersten Schiffsjoche, wie beim Saal St. Côme in Chartres (Abb. 15) oder beim einschiffigen Saal durch Einwölbung eines Teiles dieses Schiffes, wie es z. B. noch das Hospital von Bourges aus dem 15. Jahrhundert (Abb. 16) aufweist.

[1]) Coyecque: l'hôtel-Dieu de Paris, das. 1888—91, S. 70 a. a. O.

[2]) Bau- und Kunstdenkmäler Hannovers III, S. 184.

[3]) L'hôtel-Dieu de Charlieu, das. 1897, S. 16.

Bei Fachwerkanlagen, die eine Einwölbung nicht gestatteten, konnte eine Hervorhebung des Altarraumes durch Höherlegen erreicht werden, wie z. B. beim Trinitatishospital in Hildesheim (Abb. 19).

Eine diesem ähnliche Kapellenanlage weist das Hospital in Gudensberg vom Ende des 13. Jahrhunderts auf (Abb. 7), nur daß hier die an Stelle einer früheren kleineren im 15. Jahrhundert neuerrichtete, etwas eingezogene Kapelle eingewölbt und mit hohem Spitzbogen gegen den Hospitalraum geöffnet war. Der letztere war, wie die Anlage der Fenster zweifellos macht, von Anfang an zweigeschossig, während die Kapelle für beide Geschosse diente.

Die Aehnlichkeit mit dieser Anlage läßt vermuten, daß der Hauptraum der Kirche des Heiligengeist-Hospitals in Gelnhausen (Abb. 8a) gleichfalls früher den eigentlichen Hospitalraum darstellte, was die eigentümlich hohe Fensteranlage der Straßenfront zu bekräftigen scheint. Später wurde der Raum zur Kirche gezogen und unmittelbar der neue Hospitalraum angebaut. Die unmittelbare Verbindung beweist die noch erkennbare Fuge einer breiten Oeffnung der Westmauer und die Bestimmung der Pestordnung von 1568 [1]), laut derer die Kranken die Fenster geschlossen halten und die in die Kirche führende Tür von der Straße her benutzen sollten. In derselben Weise mit dem eigentlichen Hospitalraum verbunden war, wie an der Nische im Innern und dem außen noch sichtbaren Mauerbogen zu erkennen ist, die Kapelle des St. Georgs-Hospitals in Helmstedt (Abb. 8b) vom Jahre 1322.

Alle vorerwähnten Lösungen übertrifft die sich öfters findende Einziehung des einen Saalendes und Ausgestaltung zu einem kleinen Chor, die sich daher im Grundriß ebenso wie in der äußern Erscheinung als besonderer, bevorzugter Bestandteil ersichtlich macht. Die primitivste Form dieser Anordnung zeigt das schon beschriebene Klosterspital in Eberbach (Abb. 12). Es ist zu vermuten, daß eine diesem ähnliche Altarstellung auch das große heilige Kreuz zu Goslar — auch Johannishospital genannt —, gegründet 1253, ursprünglich gehabt hat (Abb. 6). Der älteste Teil dieses Gebäudes zeigt eine zweigeschossige Anlage mit unten streng romanischen Fenstern und kann daher der Zeit der Stiftung zugeschrieben werden; die obern Fenster gehören einer nur wenig späteren Zeit an [2]). Das untere Stockwerk bildet ein später ganz zur Kapelle umgestalteter Raum, der, mit gerader Decke abgeschlossen, den ursprünglichen Hospitalraum darstellt. Die zugehörige Kapelle dürfte sich am Nordende desselben befunden haben. Wahrscheinlich umgab sie den im jetzigen Kapellengrundriß exzentrisch stehenden Altar symmetrisch nach beiden Seiten und war westlich an einen zum Obergeschoß führenden Treppenturm angegliedert, was die dort befindliche Nische und Mauerverbreiterung erklären würde. Als später der neue Hospitalraum in den Formen der Frühgotik angebaut wurde, ist der Kapellenanbau wohl beseitigt und die Stirnmauer des neuen Flügels bis zur Ostmauer des alten Spitals gezogen worden. Daß dieser jetzt mit dem letzteren zu einer Kapelle verbundene Teil späteren Ursprungs ist, zeigt die Formengebung und Abmessung seines Fensters.

Ausgeprägter als bei diesen beiden Anlagen zeigte sich die chorartige Hervorhebung des Altarraumes beim Hospital der heil. Elisabeth, späteren Deutschordenshospital, in Marburg. Hier war letzterer [3]) nach drei Seiten des Achtecks ausgebildet und überwölbt im Gegensatze zu der flachen Holzdecke des Krankensaales. Die beste Lösung dieser Art jedoch weist das Hospital in Tonnerre auf (Abb. 17), bei dem sowohl der Altarraum

[1]) Bau- und Kunstdenkmäler im Reg.-Bez. Kassel S. 78.

[2]) Abbildungen bei Mithoff: Archiv für Niedersachsens Kunstgeschichte III, Tafel 30 u. 31.

[3]) Zeitschrift für Bauwesen 1890, S. 169.

selbst durch einen Chor nach fünf Seiten des Achtecks hervorgehoben als auch ein kleiner Teil der ganzen Saalbreite im Gegensatz zur Holzdecke des übrigen Saales kapellenartig eingewölbt ist. Hier ist auch die sonst bevorzugte Anordnung des Haupteingangs durch die Kapelle aufgegeben, für die wohl starke religiöse Gründe sprechen, „daß man, bevor man zur Nächstenliebe gelangt, erst den Glauben durchdringen müsse"; die aber praktisch unvorteilhaft ist und die Raumwirkung, die der chorartige Saalabschluß dem Eintretenden darbietet, nie erreichen kann.

So sehr wirkte jedoch die alte Idee noch in Tonnerre ein, daß auch hier neben dem praktisch angeordneten Vorraum direkt am Eingang eine kleine seitliche Kapelle vorgesehen wurde.

Wie bei Tonnerre hatte die Kapelle am Ende des Saales[1]) das Benediktihospital in Lüneburg, gestiftet um 1150. Hier reichte sie jedoch, durch eine Zwergwand abgetrennt, ungewölbt quer durch die ganze Saalbreite des einstöckigen Baues, in dem im übrigen zu beiden Seiten einer Längsdiele die je mit einem Kamin versehenen Kammern der Prövener lagen. Die quer vorgelegte Form hatte auch die dreischiffige Hospitalkapelle zu St. Jakob in Zittau (Abb. 8c). Hier sind zwar vom Hospital selbst nur einzelne Mauern erhalten, doch ist aus deren Verlauf und dem Anschluß der Kreuzgewölbe die unmittelbare Verbindung mit der Kapelle zu ersehen.

Dieselbe dreischiffige Gestalt hat die Kapelle des Heiligengeist-Hospitals in Lübeck, die hier aber, in ihren Abmessungen reichlicher gehalten, über die Saalbreite um je ein schmaleres Schiff hinausragt; eine Notwendigkeit, die der Umstand mit sich brachte, daß durch diese Kapelle hindurch der Zugang zum Hospital stattfand. Ganz ausgesprochen zeigt sich hier der die Verbindung der einzelnen Räume bildende Kreuzgang, vielleicht zu erklären als Ueberbleibsel der einstigen Deutschordensverwaltung. Um diesen Hof gruppierten sich die einzelnen — jetzt ganz verbauten — Säle (Abb. 18), von denen der größte, mehrfach verlängert, als Hauptraum der Pfründner und Kranken diente, während die übrigen die Tagoräume für Männer und Frauen, den mehrfach erwähnten „broderen und susteren reventer", die Badstube, Küche und „der herren dörnze" enthielten. Die Unterkellerung des ganzen Gebäudes mit Ausnahme der Kapelle war durch das abfallende Gelände bedingt. Die Keller waren direkt von außen zugänglich, standen mit dem Spital in keinem eigentlichen Zusammenhang und dienten als vermietbare Vorratskeller. Das Archiv vom Anfange des 16. und die Herren-(Rats-) und Männerstube vom Anfange des 17. Jahrhunderts sowie das letzte Drittel des Hauptsaales (Jahreszahl an der Giebelwand 1608) sind spätere Zubauten.

Einen ähnlichen Typ wie in Lübeck wies das Hospital in Compiègne auf, nur war hier die Kapelle zweischiffig mit zwei Eingangstüren und einem Strebepfeiler in Fassadenmitte[2]).

Erhält bei den letzten Beispielen die Kapelle schon eine kirchenähnliche Gestalt, so wird sie, ohne aber den unmittelbaren Zusammenhang mit dem Hospital zu verlieren, bisweilen vollkommen zur Kirche, so beim Heiligengeist-Hospital in Elbing (Abb. 27c) oder in Stralsund (Abb. 28). Der hier gezeichnete Grundriß mit seinen Einzelkammern, die in zwei Geschossen, durch einen schmalen Lichthof getrennt, durch eine offene Galerie miteinander verbunden sind, ist entschieden nicht alten Ursprungs.

Erhielt die Hospitalkapelle größere Abmessungen, so war oft der Anschluß des Hospitalsaales in der Längsachse nicht möglich; man legte dann die beiden Räume mit den Langseiten nebeneinander unter ein Dach. Diese Gestalt hatte das Marie-Marthen-Hospital in Bautzen vom

[1]) Mithoff IV, S. 174.

[2]) Tollet S. 186.

Ende des 14. Jahrhunderts. Ein Vergleich einer Abbildung von 1700[1]) mit dem beim Abbruch vorhandenen Grundriß[2]) deutet auf große Veränderungen hin; doch lassen beide Zeichnungen als wahrscheinlich das in Abb. 20 angegebene Bild erkennen. Es ist möglich, daß die beim Abbruch vorhandenen Emporen für die Insassen des zweigeschossigen Hospitalbaues stets vorhanden waren, so daß letztere aus ihren Zimmern direkt in die Kirche treten konnten. Diese nur aus Saal und Kirche bestehende Anlage dürfte wohl die ursprüngliche gewesen und vor 1700 um einen östlichen Vorbau vergrößert sein, von dem im Obergeschoß eine hölzerne Galerie, später als Aborte unterbaut, auskragte.

Dieselbe Anordnung Seite an Seite des hier dreischiffigen Hauptsaales hatte die Kapelle des Hospitals de la Biloque in Gaud und die des Heiligengeist-Hospitals in Dijon, wie aus Stichen des 17. Jahrhunderts von Godrun[3]) hervorgeht. Nach der Handschrift von Calmelet[4]) (nach 1443) zeigt die Fassade (Saal mit später vorgebautem Eingangshäuschen) noch romanische Formen.

War auch diese parallele Saal- und Kapellenanordnung nicht möglich, so ließ man diese beiden Hauptbestandteile in rechtem Winkel aneinanderstoßen, und zwar sowohl im Chor, z. B. beim Hôpital des aveugles vor Orléans, wie eine alte Zeichnung[5]) erkennen läßt, oder, nach C. Merian, beim Hospital in Stade, als auch in jedem andern Schiffsjoch. So lag der Achsenschnittpunkt beim Heiligengeist-Hospital in Fritzlar[6]) im ersten Chorjoch des, wie der Gewölbeanfang und die bedeutend geringere Stärke der Westmauer sowie eine Urkunde vom Ende des 16. Jahrhunderts[6]) beweisen, früher viel längern Kirchenschiffs. Die noch vorhandenen übereinanderliegenden Türen dieses Joches lassen die ehemalige Hospitalanlage als zweigeschossig erkennen.

Südlich an die zwei westlichen Kirchenjoche schloß sich beim Heiligengeist-Hospital in Frankfurt a. M. der zweischiffige Saal in sieben Jochen an[7]). Dieselbe Anordnung hatte das Heiligengeist-Hospital in Wismar; ähnlich ist sie auch beim Erweiterungsbau des Heiligenkreuz-Hospitals in Goslar (Abb. 6) durch Umwandlung des alten Hospitalraumes zur Kapelle des Neubaues zur Anwendung gelangt.

Das Prinzip der unmittelbaren Verbindung ist bei den letztern Bauten allerdings nicht mehr so stark betont, wie bei den frühern großen Anlagen, doch wurde stets auf die Möglichkeit einer ungehinderten Teilnahme am Gottesdienst Wert gelegt. So war das Obergeschoß des Hospitals zu Treysa durch ein Spitzbogenfenster im zweiten Joche der anstoßenden Hospitalkapelle mit letzterer verbunden[8]). Im Spital zu Gmünd waren die Zellen so angeordnet[9]), daß jedem Bewohner derselben die Aussicht in die Kirche und auf den Altar möglich war.

Für den engen Zusammenhang zwischen Kirche und Hospital ist es charakteristisch, daß z. B. beim Heiligengeist-Hospital in Braunau (Abb. 22) der Zugang zum Obergeschoß nur über die Emporkirche ermöglicht wird. Die Räume beider Geschosse aber sind außerdem durch Fenster, bzw. Türen mit der Kirche verbunden[10]). Durch eine Tür

[1]) und [2]) Abgebildet in: Bau- und Kunstdenkmäler des Königreichs Sachsen XXXIII. Heft, S. 59 und 77.

[3]) Abgebildet bei Tollet S. 102.

[4]) Wiedergegeben bei Tollet S. 108.

[5]) Wiedergegeben bei Tollet S. 124.

[6]) Bau- und Kunstdenkmäler im Reg.-Bez. Kassel II, S. 123.

[7]) Böhmer: Das Hospital zum heil. Geist in Frankfurt a. M. im „Archiv für Frankfurter Geschichte" II (1844).

[8]) Bau- und Kunstdenkmäler im Reg.-Bez. Kassel S. 287.

[9]) Woerner: Das Spital zu Schwäbisch-Gmünd usw., Tübingen 1905, S. 78.

[10]) Hager: Das gotische Bürgerspital zu Braunau in „Zeitschrift für christliche Kunst" 1899, S. 129.

mit der allgemeinen Siechstube der armen Pfründner im Erdgeschoß und der „reichen und mittlern" im Obergeschoß verbunden war die Kapelle des Heiligengeisthospitals in München[1]).

Das Prinzip dieser unmittelbaren Verbindung hielt man noch lange fest. Als 1743 in Belfort[2]) das Hospital St. Barbe (Abb. 29) erneuert wurde, hielt man sich streng an den Grundriß des seit 1558 bestehenden alten Baues, bei dem in jedem Geschoß die beiden langseitig nebeneinanderliegenden Säle mit der den Schmalseiten quer vorliegenden Kapelle durch Fenster verbunden waren.

War die Hospitalanlage groß, wies sie mehrere Säle auf, von denen natürlich unmöglich jeder eine besondere Kapelle erhalten konnte, so wurde die einzige Kapelle durch eine Galerie, wie schon von Beaune erwähnt, oder durch einen Kreuzgang von den andern Sälen aus zugänglich gemacht. Eine derartige Anlage zeigen die Hospitäler von Angers (Abb. 14) und von Cues (Abb. 21). Letzteres Hospital, 1450 gegründet für 6 Priester, 6 Adlige und 21 Arme, hat vollständig den Typ eines Klosters mit Tagesraum, wo sonst Refektur und Kapitel liegen, mit Zellenräumen anstatt der Dormente für die Priester und Adligen sowie für die Bedienung und mit zwei großen Sälen für die armen Pfründner.

Pfründenhäuser.

Wie aus den angeführten Beispielen hervorgeht, war ein baulicher Unterschied zwischen Kranken- und Pfründneranstalten bei größeren Anlagen kaum vorhanden; nur waren die Pfründnerbauten meist zweistöckig, so daß das Erdgeschoß für die armen, das Obergeschoß für die reichen Pfründner bestimmt war, so in Braunau und München. Im alten Spital zu Bern, gegründet um 1300, war im Erdgeschoß neben der Pfründnerwohnung die Oekonomie untergebracht, während das Obergeschoß der Bruderschaft vorbehalten war[3]). Oft bewohnten auch Weiber das obere, die Männer das untere Geschoß.

Die Mehrzahl der kleineren Pfründnerhäuser waren jedoch Fachwerkbauten, die, billiger herstellbar, jedem einzelnen Pfründner eine besondere, meist heizbare Kammer ermöglichten. Stets ein oder mehrere besondere Zimmer hatten die Herrenpfründner. Zum gemeinsamen Aufenthalt diente entweder die gemeinsame Diele oder eine besondere große Stube, in Süddeutschland „Sutte" genannt. Die Küche war bei den armen Pfründnern, wie in Lübeck oder Cues, gemeinsam; bei den Herrenpfründnern standen dem schon die bei den einzelnen verschiedenen Nutzungen entgegen, die vertraglich ausbedungen waren und zumeist in Naturallieferungen bestanden.

Eine Einzelzimmeranlage zeigt das Domhospital in Havelberg (Abb. 31), 1558 gestiftet, ein schlichter Fachwerkbau mit auffallend kleinen Fenstern. Er weist im Erd- und Obergeschoß je eine größere Diele auf, von besonders zugänglich gemachten Einzelzimmern umgeben.

Häufiger sind die Zweizimmerwohnungen, wie es auch in der Spitalordnung von Bruchsal von 1534 heißt: „Erstlich, sobald es gehen mag, soll man eim Pfründtner eingeben ein besonder Stuben, uf des Spitals Kosten beholzt und ein Kammer, sein Bettlein und anderst darein zu stellen und zu versorgen." Derartige Anlagen sind die Pfründnerhäuser auf dem Hofe des Heiligengeist-Hospitals in Elbing (Abb. 34), die im Aeußern die geschmackvollsten Lösungen (Kanzelhäuser) und namentlich in der Treppenanordnung die verschiedensten Typen aufweisen, je nachdem dieselben vorgelegt für je zwei Wohnungen

[1]) Hager: S. 133.

[2]) Humbrecht: Mémoire historique sur les hôpitaux de Belfort, Belfort 1895.

[3]) Messmer: Das alte Bürgerspital zu Bern, daselbst 1825, S. 50.

mittels Podest den Zutritt ermöglichen oder unter das gemeinsame Dach gezogen, die Verbindung durch eine gemeinsame Galerie herstellen.

Einzelzimmer im Obergeschoß, von einem durchlaufenden Korridor aus zugänglich, und Zweizimmerwohnungen mit kleiner Küche nach Norden im Erdgeschoß hatte der untere Teil des Heiligengeist-Hospitals in Gudensberg (Abb. 32).

Da zu einem Pfründnerhaus ebenso wie zum Hospital Kirche, Wohnhaus des Spitalmeisters, Badstube, Hof- und Zehntscheune, Viehställe, Wagenhalle, Brau- und Backhaus, Mühle, Wein- und Bierkeller gehörten, wurde bei Neubauten stets ein größeres Areal vorgesehen. Den Typ einer solchen größeren Anlage, wie sie nach und nach entstand, gibt Abb. 27b wieder. Dies Areal durfte nicht zu klein sein, da die Herrenpfründner das Recht hatten, sich auf dem Hofe nach Gefallen ein eigenes Häuschen zu errichten. Das Recht hatten später auch die einzelnen Zünfte. So erklärt z. B. für das Jakobispital in Frankfurt a. O. der Rat sich bereit, dem Bäckergewerk, „damit sie ein eigen und sonder Gemach zu jeder Zeit und wan es die Nott erfordert, haben mögen, ... eine Stube und Kammer in Holtzwerk auf und umb des Spittals Darlage (Auslage) und Unkosten abzubinden beschaffen zu wollen", die dann das Gewerk aus dem Gelde der Innungslade „mit starkem Kleiben (Lehm) und aller andern Notturft aufbauen und fertig machen" solle[1]). Abb. 27c zeigt eine solche nach und nach durch Einbauen einzelner Häuschen entstandene Anlage.

Armenpfründnerhäuser hatten mitunter ein besonderes „woll ausgebutzetes Krankenstüblein".

Die Grenzen, die systematisch bis dahin das Pfründhaus als besondere Art des Wohnhauses kennzeichneten, verwischen sich jedoch mit der zunehmenden Gewohnheit, diese Anstalten in durch Stiftung überlassenen Privathäusern unterzubringen, wozu sich namentlich die Patrizierhäuser des späteren Mittelalters mit ihren kleineren Räumen und der großen Diele besonders eigneten; so das St. Martinhospital in Nordhausen. Ein gutes Beispiel für das Aufgehen des Spezialtyps im allgemeinen bürgerlichen Wohnhaus bietet das Rolandhaus in Hildesheim.

Wurde ein Spital solchermaßen in einem Privathaus untergebracht, dessen Bauplatz naturgemäß durch Straßenzug und Nachbargebäude beschränkt war, so wurden für die Herrenpfründner ein oder mehrere Häuser in der Nähe des Hauptspitals, mitunter auch ganz von ihm getrennt, angekauft und eingerichtet, z. B. in Tauberbischofsheim[2]). So erklärt sich wohl die namentlich in Süddeutschland häufige räumliche Trennung der verschiedenen Teile desselben Spitals.

Die Kapelle bildete beim Pfründnerhaus natürlich nicht das wichtige Bauglied wie beim Hospital. Nichtsdestoweniger gehörte sie zu den notwendigen Bauteilen und war mitunter recht stattlich ausgebildet (Braunau). Eigenartig ist ihre Verschmelzung mit dem Spital in der Annenkapelle zu Goslar (Abb. 24), wo die Kammern für die zwölf Hospitalitinnen in zweigeschossigen Einbauten, die durch Galerien verbunden sind, in der Kapelle selbst liegen. Der jetzige Zustand[3]) dürfte aus dem Anfang des 18. Jahrhunderts stammen, wo das Spital „zu der jetzigen Kapellenform aptieret" wurde. Der ursprüngliche, — das Spital ist 1494[4]) als solches, nicht etwa, wie man vermuten könnte, als Kapelle gegründet, — dürfte die Dielenanlage mit beiderseitigen Zellenanbauten und quer vorliegender kleiner Kapellennische gewesen sein.

[1]) Urkunde vom 21. August 1562 bei Schwarze: Die restaurierten Oelgemälde in der Marienkirche zu Frankfurt a. O. nebst Anhang, das. 1895, S. 26.

[2]) Bau- und Kunstdenkmäler Badens IV, 2, S. 161.

[3]) Bau- und Kunstdenkmäler der Provinz Hannover II, S. 207.

[4]) Mithoff IV, S. 31.

Einzelne dem Hospital und Pfründhaus gemeinsame Fehler und Vorzüge.

Um die Hygiene war es natürlich meist schlecht bestellt. Zwar reinigte man die Stuben öfter als früher; nach den Statuten von Troyes legte man wöchentlich eine reine Decke auf, wenn nötig aber täglich [1]). Doch war der Spitalraum bei kleineren Anlagen oft „domus strictissima, in qua erat horrida et misera infirmaria [2]).“ Selbst das Stammhaus des Heiligengeist-Ordens in Rom erschien 1477 dem Papst Sixtus IV. als „aedificia angusta, depressa et minus accomoda, ita ut exilii potius quam recuperandae sanitatis et salutis causa existeret“ [2]). Man war sich also der Gefahren, die die Ueberfüllung mit sich brachte, sehr wohl bewußt. In einem Bericht des Katharinenhospitals in Regensburg wird darüber geklagt, „ut domus hospitum pauperes infecisset et multos fecisset praemori ante vitae suae terminum, ex structura loci, aere corrupto, flatu et contagio infirmorum nimis compresse iacentium“ [3]). Um der Ansteckung durch Fremde zu entgehen, die, auf ihren Gesundheitszustand nicht untersucht, im Hospital aufgenommen wurden, errichteten manche Hospitäler, wie das in Lyon oder in Frankfurt a. M. am Eingange besondere Fremdenherbergen mit Kapelle. Auch durch die Lage am Wasser suchte man schädlichen Einflüssen vorzubeugen, schoß darin aber mitunter übers Ziel hinaus, indem man die Gebäude an Bächen, ja selbst Teichen und Gräben anlegte, die im Sommer natürlich nur gesundheitsschädlich wirkten.

Bei den städtischen, namentlich den Kanonikathospitälern, hatte die unmittelbare Nachbarschaft der Kathedralen, die oft, z. B. in Orléans, nur durch ein schmales Gäßchen entfernt waren, üble Folgen für die Gewinnung von Licht und Luft, obgleich im allgemeinen hierfür besondere Sorge getragen wurde. Die Fenster waren meist groß und lagen hoch genug über dem Fußboden, um den Kranken nicht lästig zu sein, wie in Marburg, Tonnerre, Angers, Lübeck u. a. Besondere Vorzüge hatte die doppelreihige Fensteranlage, wie in Orléans, Brie-Comte-Robert, Eberbach, Ourscamps, Soissons, wo die obere Reihe zur Belichtung, die untere zum Lüften diente. Für letzteres waren mitunter besondere Vorkehrungen getroffen. So hatte Tonnerre Luftlöcher in der Holzdecke, das Heiligengeist-Spital in Hannover [4]) solche über den Fenstern.

Regelrechte Bäder waren nicht stets vorhanden. Man behalf sich mit hölzernen Wannen, was zu schlimmen Unzuträglichkeiten insofern nicht führte, als das Badewesen im Mittelalter sehr entwickelt war. Es gab besondere „Seelbad“-Stiftungen“ [5]), hauptsächlich für die armen Spitalinsassen.

Auf Beheizung der Räume wurde viel Wert gelegt. In der Maladrerie du Tortoir bei Lâon beherrschen die Kamine an den Schmalseiten die äußere Architektur. Die Küchen waren stets umfangreich, zumal wenn das Spital zugleich die Aufgabe hatte, die Gefangenen zu beköstigen. Die Lebensmittel bot der eigene Landbesitz; die Verarbeitung geschah in den eigenen Anstalten.

Die Pflegerschaft wohnte bei kleineren Anlagen im Hauptgebäude selbst, bei größeren in besonderen Häusern auf dem Hofe [6]). Ihre Mitglieder waren oft nur eine Art Pfründner, indem sie mit Präbenden das Recht auf Wohnung und Beköstigung gegen die Pflicht der Krankenbedienung erlangten.

Die Architektur der einzelnen Spitäler richtete sich natürlich ganz nach den Mitteln; doch errichtete man sie nie, wie leider meist in den letzten zwei Jahrhunderten, als reine Zweckbauten, jeder augenfälligen Größe und Schönheit beraubt, sondern man vereinigte in ihnen das Nützliche mit dem Schönen, wie manche Beispiele, Ourscamps, Beaune, Antwerpen, noch heute zeigen.

1) Uhlhorn II, S. 225.

2) Bau- und Kunstdenkmäler Badens IV, 2, S. 192.

3) Virchow: Der Hospitaliterorden vom heil. Geist in: Gesammelte Abhandlungen aus dem Gebiete der öffentlichen Medizin, Berlin 1878, nach „bullarium Romanum“.

4) Redeker: Hist. Collect.

5) Woerner: Das städtische Hospital zu Schwäbisch-Gmünd S. 31.

6) Beispiele bei Helyot: Histoire des ordres monastiques, Douay 1714, II, S. 217.

Elendherbergen.

Die Aenderung des alten Hospitalbegriffes durch Uebergang der Krankenhäuser in Pfründenanstalten hatte einen großen Uebelstand im Gefolge. Während im alten Hospital nicht nur Kranke, sondern auch Arme und Fremde aufgenommen und verpflegt wurden, waren für letztere nunmehr wenig Unterkunftstätten vorhanden — Gasthöfe gab es erst seit dem 14. Jahrhundert [1]), und natürlich nur für Wohlhabende. — Die Aermsten mußten eben unter freiem Himmel oder im „Bettlerhayn, im Exilium“ unter Zelten nächtigen. — Für die durchreisenden „Jakobsbrüder“, d. h. Wallfahrer, gab es mitunter besondere Asyle, z. B. in Erfurt. — Infolgedessen entstanden meist auf Kosten der Städte die Elendherbergen (Elend = Elelend [schon bei Notker] = Aliland = Fremdland). Mitunter gab es auch besondere Elendbrüderschaften, deren Herbergen aber nie groß waren, da ihre Mitglieder sich nur aus einem oder wenigen Dutzend Angehörigen der untersten Stände zusammensetzten [2]).

Eine besondere Art dieser Elendherbergen bildeten die „Seelhäuser“, bei denen die Aufgenommenen die Verpflichtung hatten, für das Seelenheil des Stifters zu beten, wie z. B. aus einer Urkunde von 1437 des Seelhauses in Konstanz hervorgeht [3]). Natürlich machten auch diese Anstalten den allgemeinen Zug ins Pfründnerwesen mit, insofern sie oft zu Versorgungsanstalten für Seelnonnen wurden, die mancherlei Pflichten hatten, z. B. Bäder (Seelbäder) zu verabreichen, Tote anzukleiden. Nach Volz heißen die Totenfrauen in Süddeutschland noch heute mitunter Seelfrauen.

Beherbergt wurden die Armen in den Elendherbergen meist nur eine Nacht — in Erfurt für zwei Nächte und einen Tag [4]). — Die Anstalten lagen stets vor den Toren der Stadt, schon damit die Reisenden, die trotz des eine Stunde vor Schließung der Tore ertönenden Glockenzeichens nicht mehr rechtzeitig anlangten, jederzeit Nachtherberge vorfanden. Sie bestanden aus zwei Kammern für die Geschlechter und der Hausvaterwohnung. Ueber ihren Betrieb gibt die Bruchsaler Pilgerordnung [5]) Aufschluß. Danach wurden die armen Reisenden und Pilger im Winter eine Stunde, im Sommer zwei Stunden vor Einbruch der Nacht eingelassen. Ihnen wurde vom Hausvater zuerst die Hausordnung mitgeteilt, dann wurde gegessen und sofort zur Ruhe gegangen. Hierzu mußten sich die Fremden bis aufs Unterhemd entkleiden und ihre Kleider und sonstige Habseligkeiten dem Hausvater übergeben. Die Türen der beiden Schlafkammern wurden vom Hausvater verschlossen. Nach achtstündiger Ruhe weckte letzterer seine Gäste. Diese mußten ihre Betten machen, worauf der Hausvater die Kammern untersuchte, ob niemand etwas habe mitgehen heißen, und sie wieder verschloß. Darauf erhielt jeder seine Kleidung zurück,

1) Maurer: Geschichte der Städteverfassung, Erlangen 1869—71, III, 11.

2) v. Moeller: Die Elendebrüderschaften, Leipzig 1906.

3) Volz: Spitalwesen und Spitäler im Großherzogtum Baden, Karlsruhe 1861, S. 136.

4) Beyer: Spitäler in Erfurt S. 151.

5) Ueber die Armenpflege vom 13. bis 16. Jahrhundert, in Mone, Zeitschrift für Geschichte des Oberrheins I, Karlsruhe 1850, S. 161.

und nachdem alle bekundet hatten, daß niemandem etwas von seinem Eigentum fehle, wurden alle zusammen hinausgelassen.

Mitunter gab es, besonders in den an stark belebten Heerstraßen belegenen Herbergen, besondere Kammern für Wöchnerinnen und für Frauen, die ihre Niederkunft erwarteten [1]), vereinzelt auch einen Winkel für Landstreicher und verdächtige Leute.

Für die äußere Gestalt solcher Herbergen ist wohl die jetzt abgebrochene Kapelle in Dardesheim [2]) bezeichnend, die 1435 als Elendherberge gegründet wurde. Sie hatte Kapellengestalt mit hochliegenden Fenstern.

Aussätzigen- und Pesthospitäler.

Ein besonderes Feld bot dem charitativen Gedanken als eine Ergänzung der sonstigen Hospitaltätigkeit die Sorge für die Aussatzkranken. Die Rechte und Pflichten der letzteren, ihre Gewohnheiten und Gebräuche sind in der Literatur umfassend behandelt worden; über ihre Behausungen sei aus der ältesten Zeit erwähnt, daß sie durch Gesetze alter Völker [3]) jahrhundertelang gezwungen wurden, einzeln — mit Ausnahme der Verheirateten — in besonderen Häuschen aus Holz, die nach dem Tode der Insassen verbrannt wurden, oder in Erdhütten zu wohnen. Später hausten sie in kleinen Hütten von Stroh (cucurbitae, stellae, mansiones), vor die Tür ein Linnentuch gehängt und einen Kasten daneben zum Hineinwerfen von Almosen. Von diesen Behausungen stammt ihr häufiger Name „Feldsieche, leprosi in campo". Erst der soziale Gedanke späterer Zeiten schaffte hier Aenderung und begründete gemeinsame Häuser vor der Stadt, gelegentlich in der Nähe eines Gewässers gelegen, aber stets durch eine Mauer vom sonstigen Verkehr getrennt und mit Kirchhof und Kapelle versehen, die den Leprosen durch Laterankonzil von 1179 zugestanden war.

In diese Häuser mußten sich nun alle „personae de leprae morbo inculpatae, diffamatae seu suspectae" begeben, wo sie sowohl vom eigenen Gute leben konnten, als auch durch Stiftungen und Almosen ernährt wurden. Die letzteren flossen sehr reichlich, nachdem die mystische Auffassung sich Bahn gebrochen hatte, daß die üble Krankheit eine unmittelbare Schickung Gottes, ein Merkmal seiner Liebe sei, die von ihr Betroffenen also als Begnadete, als Auserwählte angesehen werden müßten. Daher die übergroße, oft unnatürliche Liebe und Selbstüberwindung, wie sie von der heiligen Elisabeth, ihrer Tochter Gertrud, Ludwig dem Heiligen, Heinrich III. von England und vielen anderen berichtet wird. Der ersteren und in Süddeutschland der heiligen Katharina wurden denn auch zahlreiche Hospitäler geweiht, die meisten dem heiligen Georg und Nikolaus, abgesehen von den Anstalten des Lazarusordens. Darin herrschte solche Regelmäßigkeit, daß man durchweg Hospitäler vor der Stadt, die den obigen Heiligen geweiht, aber nicht besonders als Siechenhäuser bezeichnet sind, als Leprosenanstalten ansprechen kann.

Ob es deren, wie Math. Paris in hist. angl. angibt, schon im Jahre 1244 19 000 in der Christenheit gegeben hat, steht dahin. Nach dem Testamente Ludwig VIII. gab es 1225 in Frankreich 2000 [4]). Im 15. und 16. Jahrhundert nahm dann die Lepra ab, so daß die größte Zahl der Leprosenhäuser zerfiel oder zu anderen Zwecken

[1]) Guigne: Les voeis antiques du Lyonnais, Lyon 1877, S. 81.

[2]) Abgebildet in Bau- und Kunstdenkmäler der Provinz Sachsen XIII, S. 30.

[3]) Chaponnière: Les léproseries de Génève in: „Monuments et documents de la société d'histoire et d'archéologie, Genf 1844, I, S. 102.

[4]) Lemenestrel: Les hôpitaux de Dreux, S. 211, nach der Grande Encyclopédie von 1765.

benutzt wurde, vor allem als Armenherbergen und zur Aufnahme von Pilgern [1]). Mitunter erfüllten sie diesen Zweck sogar noch zu einer Zeit, wo sie teilweise noch von Aussätzigen bewohnt wurden.

Außerdem machte der allgemein übliche Umbildungsgedanke in Pfründneranstalten auch hier nicht halt. Zuerst kauften sich die ursprünglich der Wartung der Kranken sich widmenden Frauen und Jungfrauen in die zu Vermögen gekommenen Anstalten ein, dann auch sonstige gesunde Leute, die erst ein Leibgedinge außerhalb sich sicherten, später aber auch ins Hospital selbst einzogen. Uebrigens hatten auch Klöster mitunter ein eigenes Leprosenhaus, so das Prämonstratenser-Frauenkloster Altenberg [2]).

Was die bauliche Anlage betrifft, so trieb man die schon erwähnte Isolierung so weit, daß man, wo es ging, die Leprosenhäuser (Maladrerien) auf einer nur durch Fähre mit den Ufern verbundenen Insel errichtete, wie in Reims, Dijon, Montpellier [3]). Ursprünglich waren die Bauten nicht auf eine Vereinigung der Kranken unter demselben Dache berechnet, sondern es wurde, in Erinnerung an die Zeit der Feldsiechen, in einer weiten undurchbrochenen Umhegung eine Reihe Einzelhäuschen errichtet, das jedes nur einen Bewohner hatte; mehrere nur, wenn diese durch Blutsverwandtschaft verbunden waren. Zur Errichtung solcher Anlagen an der Grenze vereinigten sich mitunter mehrere Gemeinden [4]). Einen derartigen Gebäudekomplex aus einzelnen „cellulae" stellte z. B. die maison-Dieu dès Près von Dreux dar [5]). Die Kapelle dieser ausgedehnten Anlagen lag meist an der am Grundstück vorbeiführenden Straße.

Später ging man von dem Einzelzellensystem wieder ab und errichtete hospitalähnliche Bauten, in denen jeder Kranke aber seine eigene Kammer hatte. Den gemeinsamen Verrichtungen diente eine geräumige Halle. Eine derartige Anlage ist die Maladrerie du Tortoir bei Lâon (Abb. 26). Hier ist die doppelreihige Fensteranordnung bei eingeschossiger Anlage an der Westseite beibehalten, so daß die obere Reihe auch der Diele Licht gibt, da die Ostseite derselben keine Fenster, sondern nur die beiden Eingänge aufweist. Die zugehörige Kapelle, Küche und Wohnräume der Religiosen liegen auf dem Hofe. Ein Beispiel für die spätere Vereinigung von Hospital und Leproserie bietet die Maladrerie von Montpellier (Abb. 25). Eine unmittelbare Verbindung der beiden Anstalten gab es nicht. Zwischen ihnen lag die Kapelle, in der für beide Sorten von Kranken gesonderte Eingänge und Sitze vorgesehen waren. Beide Anstalten hatten auch gesonderte Umfassungsmauern, Brunnen, Hof und Straßeneingang. Daß der Hospitalflügel ein späterer Zubau ist, machen die Strebepfeiler der Kapelle ersichtlich; in ihm war auch die Verwalterwohnung untergebracht.

Eine der besonderen Krankheit entsprechende Hospitallösung größerer Anstalten versuchte man weder in Deutschland noch in Frankreich, den in jener Zeit mächtigsten Ländern. Nur in Italien, wo auch in diesem Gebiet ein regerer Geist herrschte, fand man originelle Lösungen für das Haupterfordernis, die gegenseitige Isolierung. Man legte in ebenso einfacher wie zweckmäßiger Weise eine heizbare Zelle an die andere und verband sie durch einen Kreuzgang. In der Mitte der ganzen Anlage errichtete man die zugehörige Kapelle als Zentralbau und erhielt so einen ganz neuen Typ, wie ihn das Lazarett in Mailand darstellt, 1489—1507 von Ludwig Sforza erbaut [6]) (Abb. 37).

[1]) Mithoff IV, S. 258.

[2]) Ebel: Das Prämonstratenserinnenkloster Altenberg a. L. S. 18.

[3]) Tollet S. 105.

[4]) Verdier et Cattois S. 144.

[5]) Lemenestrel S. 20.

[6]) Abbildungen bei Tollet S. 64

Hier war man auch in den Abmessungen durchaus nicht kleinlich, insofern auf einem Quadrat von 190 m Seitenlänge 260 Zellen von je 3 × 3 m Grundfläche und 6 m Höhe angeordnet wurden.

Erhalten ist von den Leprosenhäusern wenig; in Frankreich verleibte ihr Vermögen Ludwig XIV. nach dem Erlöschen des Aussatzes den andern Armen- und Krankengütern ein.

Nicht identisch mit den Leproserien sind die Pesthospitäler. Letztere waren auf Linderung vorübergehenden Elends zugeschnitten, wenn wie in Bremen 1351, nach Merian [1]), „an bekandten Persohnen, so auffgezeichnet, 6766 Menschen starben, ohngerechnet des gemeinen Volkes, so auff der Gassen, ausser der Statt unnd auff den Kirchhoeffen todt blieben".

Ständige Anstalten gab es meist bei Klöstern, wohin das Volk voll Angst in Unmengen zusammenströmte und damit das Sterben nur vermehrte.

Errichteten Städte Pesthospitäler, so hatten diese die Einrichtung der Sondersiechenhäuser. Mitunter gestatteten dann die Städte einzelnen Brüderschaften, auch Zünften, in den Pesthäusern eigene Kammern einzubauen. So 1482 im Pesthospital in Genf [2]): „de cameris in hospitali per confratrias fiendis permittetur cuilibet confratriae facere cameras ut sibi placuerit." Es zeigt sich hier also die gleiche Erscheinung wie bei den Pfründnerhäusern. Aehnlich wie bei den letzteren wurde dann auch der Einbau dieser Kammern durch Abtrennung vom Obergeschoß vorgenommen. So bestand in Genf das Pesthospital nach dem Inventar von 1500 aus einer zweistöckigen Anlage, dessen Erdgeschoß eine Kapelle und ein Saal mit 13 Betten einnahm, während das Obergeschoß in 10 Kammern mit zusammen 11 Betten aufgeteilt war.

Die Entwicklung der Hospitäler zur Zeit der Renaissance und ihre Vorläufer im Orient.

Der Gedanke, auf vollständiger gegenseitiger Isolierung der Kranken beruhende Anstalten zu errichten, wurde erst lange nach der Reformation in Italien und Frankreich zur Durchführung gebracht, besonders in Italien, das dank der weltbeherrschenden Macht des Papstes und der ausgebreiteten Handelsbeziehungen in den Stand gesetzt war, alle guten Gewohnheiten und Neuerungen anderer Länder in sich aufzunehmen. So dürfte z. B. der spätere Hospitaltyp des griechischen Kreuzes, wie er schon von Compiègne erwähnt wurde — ebenso wie dieselbe Form der abendländischen Kirche —, aus dem Orient stammen. Ueber die Hospitaltätigkeit in letzterem werden deshalb noch einige kurze Angaben angebracht sein.

Schon unter den ersten koptischen Königen haben nach El-Ustad Ibrahim und Abu Said Mansur [3]) Hospitäler bestanden. Unter dem Islam entstand bereits 707, also 85 Jahre nach der Hedschra, das erste Hospital in Kairo. Wohl ist der höhere, sich auf die ganze Menschheit erstreckende Begriff der christlichen Nächstenliebe der Religion Mohammeds fremd; aber gegen die Bekenner des Islam soll der Gläubige Liebe und Barmherzigkeit üben, wie unter den fünf pflichtmäßigen Handlungen der Glaubensbetätigung nach dem Gebet an erster Stelle das Spenden von Almosen steht. Darum errichteten die mohammedanischen Herrscher großartige, nach den edelsten Grundsätzen geleitete Wohltätigkeitsanstalten, so Achmed ibn Tulun, von 870—884 Statthalter der Abassiden in Kairo. Er stellte auch, was das Abendland sehr vernachlässigte, besondere Laienärzte an.

1283 errichtete der Mamelukensultan Kalaûn ein Spital in Verbindung mit einem Mausoleum und einer Schule. Aus dem vorhandenen Bau ist der ursprüngliche Grundriß unschwer zu ersehen [1]). „Er bestand aus vier Sälen; in jedem Saale war ein Springbrunnen und in der Mitte des Hofes ein Behälter, in welchen das Wasser aus dem Springbrunnen floß [2])." Hier war also die symmetrische Form eines griechischen Kreuzes mit einem Hof an der Stelle der Vierung schon völlig durchgebildet, wie sie auch die Moschee (zugleich Hospital) des Sultans Haran von 1348 aufweist. In den Flügeln wurden die Kranken nach ihren Leiden gesondert untergebracht. Für Frauen war eine besondere Abteilung vorhanden. Die Verpflegung war unentgeltlich. Angegliedert waren dem Spital Apotheke, Laboratorium, Küche, Bäder, Vorratskammer und ein Hörsaal, in dem im Anschluß an die Vorlesungen in der Moschee klinische Vorträge gehalten wurden, wie ja überhaupt die Medizin bei den Arabern viel weiter fortgeschritten war als im Abendland. Derartige Hospitäler entstanden bei der innig mit der Religion verwachsenen, allgemein gültigen Weltanschauung allenthalben, Einfluß übend auf die gleichzeitigen abendländischen Hospitalbauten und von ihnen beeinflußt. So errichtete der Sultan Nureddin Mahmud ben Zenki in Damaskus das nach ihm benannte nurische Hospital zur selben Zeit, als in Palästina die geistlichen Ritterorden gegründet wurden.

Stets waren diese Bauten umfangreiche Anlagen, schon aus dem Grunde, als mit ihnen Bibliotheken, Schulen und Moscheen verbunden waren.

Ihnen an Umfang zu vergleichen waren nur die italienischen Bauten nach 1400, als der freigebige Reichtum und die Großzügigkeit der Renaissance die Möglichkeit gewährte, von vornherein große Anlagen planmäßig zu errichten.

Noch mittelalterlichen Typ haben vereinzelte Hospitäler in Oberitalien, die noch als Hofbauten angelegt sind, indem die althergebrachten Säle um zwei oder mehr Hofseiten gelegt wurden — die Anlage in Cues gehört eigentlich zu dieser Gruppe —. Durch den unmittelbaren architektonischen Zusammenhang mit dem italienischen Palast verlor sich hierbei die sonst noch stets vorhandene Kreuzgangbrüstung.

Bald aber erringt der Kreuzbau die Oberhand, wie er, wie bereits erwähnt, seit jeher im Orient angewandt wurde. Eine Vereinigung beider Typen zeigt das Ospedale degli incurabili zu Genua (Abb. 35), 1420 gegründet. Die Nebenräumlichkeiten liegen hier im Hofbau und in kleinen in die Ecken der Vierung eingeschobenen Bauteilen. Die Vierung wurde noch nicht zur Aufstellung eines gemeinsamen Altars benutzt; sondern nach mittelalterlichem Schema befand sich noch in jedem Saale ein besonderer Altar.

Mit dieser Anordnung brach man erst 1457 beim Bau des Ospedale maggiore von Filarete (Abb. 38). Hier wurde auch auf die Entwicklung der Nebenräume mehr Wert gelegt, die an den Enden der Kreuzarme parallel zu letzteren angebaut wurden und somit geschlossene Höfe bildeten, groß genug für Belichtung und Lüftung der Säle. Auf die Anlage von Loggien wurde großer Wert gelegt.

Im allgemeinen finden sich diese Kreuzbauten nur in Italien. In Frankreich hatte inzwischen der Dezentralisationstyp sich entwickelt. Trotzdem griff man auch hier noch bei dem Neubau des Hôtel-Dieu in Lyon und beim Hôpital de la charité in Paris 1605 auf den Kreuz-

[1]) Matth. Merian: Beschreibung des niedersächsischen Kreises. Frankfurt a. M. 1653, S. 65.

[2]) Mémoires et documents de la société d'histoire de Génève. Genf 1844, II, 288.

[3]) Wüstenfeld: Macrizis Beschreibung der Hospitäler in el Kahira in Janus, Zeitschr. f. Gesch. u. Litt. d. Medizin, Breslau 1845.

[1]) Abbildung im Handbuch der Architektur II, 3, 2, S. 141.

[2]) Achmed ben Jussufs Lebensbeschreibung des Achmed ben Tulun bei Wüstenfeld.

bau zurück. In beiden Bauten wurde noch der bedeutsame Einfluß des geistlichen Elements durch Aufstellung des Altars in der Vierung betont. Man muß ja auch zugeben, daß diese Anordnung, bei der der Sterbende noch mit brechendem Auge den Tisch des Herrn erreichen kann, an dessen Walten und Gericht zu glauben er gerade in den letzten Stunden am meisten angelegt ist, etwas Bestrickendes hat. Nichtsdestoweniger mußte auch dieser Gedanke der realeren Anschauung einer neuen Zeit weichen zugleich mit der mit ihm aufs engste verbundenen Saalanlage. Wie lange man jedoch die alten Gedanken beibehielt und sie, so gut es gehen wollte, mit den neuen Ideen vereinigte, zeigen Anlagen wie das Hospital zu Charlieu (Abb. 33). Hier ist das neu aufkommende, vielleicht aus dem verglasten Kreuzgang entwickelte, Korridorsystem zwanglos an die alte Saalanlage mit der Altarstellung im Mittelpunkt gelehnt.

In den im Saalbau noch versinnbildlichten Coenobialgedanken war schon durch die Abtrennung besonderer Kammern, wie in Lübeck, Bresche gelegt worden. Die Folgezeit ging darin weiter. Sie behielt die alte Hofanlage bei, fügte aber an die Säle schon Pavillons mit Einzelräumen an, wie beim Hospital St. Louis in Paris [1]), oder umgab den Hof mit durch einen Gang verbundenen einzelnen Kammern, zwischen denen größere Wärmstuben und Tagesräume eingeschaltet wurden und an deren Eingang die Hospitalkapelle lag. Eine derartige Anlage stellte das Jakobispital in Dresden von 1536 dar (Abb. 36).

Grundlegend für spätere Bauten wurde dann der Korridortyp, wie er sich schon im Jakobinerhospital in Paris findet (Abb. 30), wo einzelne heizbare Räume in mehreren Stockwerken an geräumigem Gang angelegt waren.

Dieser Typ fand rasche Verbreitung und bildete sich bald auch zu dem später so häufigen des beiderseitig bebauten Korridors aus, — die „Clus" der Stadt Schöningen, die Spitäler in Meersburg, Marburg — beeinflußt natürlich von der ähnlichen Anlage des bürgerlichen Wohnhauses.

Damit fiel zugleich der unmittelbare Zusammenhang von Hospital und Kapelle, so daß letztere nunmehr beliebige Formen der selbständigen Kirche annehmen konnte.

Mit der Einführung des Korridorsystems war natürlich an die umfangreiche Gestaltung eines einzelnen Gebäudes in diesem Typ nicht zu denken. Die Teilung einer größern Anlage in einzelne kleinere Gebäude war selbstverständlich. Man ging darin zuerst noch etwas schematisch vor, wie die Anlage der maison de santé in Dreux von 1630 zeigt (Abb. 27d). Man errichtete hier je einen gesonderten Pavillon symmetrisch in jeder Grundstücksecke, verband sie durch breite Alleen zwischen Gartenflächen, umgab das ganze Gebäude mit einer Mauer und legte an den Eingang zwei Häuschen für Pförtner, Wärter und Arzt. Später emanzipierte man sich von dieser strengen Symmetrie. Der Schritt zu den heutigen Lageplänen war nun nicht mehr weit. Bezüglich der Gestaltung der einzelnen Pavillons machte man die verschiedensten Vorschläge und Versuche — Poyet entwarf für Ludwig XIV. einen Plan zum Neubau des Hôtel-Dieu in Paris in Sternform. — Die Gestaltung der Hospitäler blieb stets auf der Tagesordnung. In Frankreich wurde eine „chambre de la générale réformation des hôpitaux" eingesetzt, und Tenon verfaßte für letztere 1787 sein Kompendium [2]), in dem die Grundideen für unsere heutigen Anstalten bereits enthalten sind.

[1]) Abgebildet im Handbuch der Architektur IV, 5, 1, S. 42.

[2]) Tenon: Mémoires sur les hôpitaux. Paris 1788.

Quellenangabe der Zeichnungen.

Abb. 1. Gutensohn: Die Basiliken des christlichen Roms, München, Tafel 1.
" 2. Le Voguë: La Syrie centrale, Paris 1865—77, II, Blatt 130.
" 3. Holtzinger: Handbuch der altchristlichen Architektur usw., Stuttgart 1889, S. 25.
" 4. Lenoir: Monuments de l'arch. monastique, Paris 1852, I, S. 14.
" 5. F. Keller: Der Bauriß des Klosters St. Gallen, Zürich 1844.
" 6. Bau- und Kunstdenkmäler der Provinz Hannover II, S. 196.
" 7. Bau- und Kunstdenkmäler im Reg.-Bezirk Kassel II, Tafel 196.
" 8a. Bau- und Kunstdenkmäler im Reg.-Bezirk Kassel I, Tafel 114.
" 8b. Bau- und Kunstdenkmäler des Herzogtums Braunschweig I, S. 80.
" 8c. Bau- und Kunstdenkmäler der Provinz Sachsen, Heft 30, S. 173.
" 9a. Pfeifer: Das Kloster Riddagshausen bei Braunschweig, Wolfenbüttel 1896, S. 33.
" 9b. Bau- und Kunstdenkmäler des Herzogtums Braunschweig I, S. 139.
" 9c. Bau- und Kunstdenkmäler des Königreichs Bayern II, S. 1773.
" 10. Verdier et Cattois: L'arch. civile et domestique, Paris 1852—58, II, S. 106, und Tollet: Les édifices hospitaliers depuis leur origine, Paris 1892, S. 185.
" 11. Tollet S. 180.
" 12. C. Schäfer: Die Abtei Eberbach im Mittelalter, Berlin 1901.
" 13. Archives de la commission des monum. histor., Paris 1855—72, Tafel 49, und Viollet le Duc: Dictionnaire rais. de l'architecture, Paris 1868, VI, S. 106.
" 14. Viollet le Duc VI, S. 104.
" 15. Tollet S. 138.
" 16. Tollet S. 185.
" 17. Viollet le Duc VI, S. 110.
" 18. Bau- und Kunstdenkmäler Lübecks II, S. 456.
" 19. C. Cuno und Schäfer: Holzarchitektur vom 14. bis 18. Jahrhundert, Berlin 1883—92, Blatt 37 und eigene Aufnahme.
" 20. Bau- und Kunstdenkmäler des Königreichs Sachsen, Heft 33, S. 77.
" 21. Marx: Geschichte des Armenhospitals zum heil. Nikolaus zu Cues, Trier 1907, S. 39.
" 22. Hager: Das gotische Bürgerspital zu Braunau in Ztschrft. f. christl. Kunst 1899, S. 129.
" 23. Viollet le Duc VI, S. 108.
" 24. Bau- und Kunstdenkmäler der Provinz Hannover II, S. 207.
" 25. Tollet S. 59.
" 26. Handbuch der Architektur IV, 5, 1, S. 37.
" 27a. Redeker: Historia Collectanea von der Kgl. und Churfürstl. Residenzstadt Hannover (Manuskript), S. 155.
" 27b. Woerner: Das städtische Hospital zum heil. Geist in Schwäbisch-Gmünd, Tübingen 1905, S. 77.
" 27c. Eigene Aufnahme.
" 27d. Lemenestrel: Les hôpitaux de Dreux, Chartres 1907, Tafel 5.
" 28. Bau- und Kunstdenkmäler im Reg.-Bezirk Stralsund, S. 379.
" 29. Humbrecht: Mémoire historique sur les hôpitaux de Belfort, das. 1895.
" 30. Lenoir I, S. 391.
" 31. Bau- und Kunstdenkmäler der Provinz Brandenburg I, S. 109.
" 32. Bau- und Kunstdenkmäler im Reg.-Bezirk Kassel II, S. 196.
" 33. l'hôtel-Dieu de Charlieu, das. 1897, Tafel 2.
" 34. F. Gentzen: Die Kanzelhäuser und ähnliche Miethäuser Alt-Danzigs, das. 1909, S. 35, und eigene Aufnahme.
" 35. Handbuch der Architektur IV, 5, 1, S. 28.
" 36. Bau- und Kunstdenkmäler des Königreichs Sachsen, Heft 21, S. 173.
" 37. Tollet S. 63.
" 38. Handbuch der Architektur IV, 5, 1, S. 31.

Bogen mit starkem Schub.

Von Baurat Adolf Francke in Alfeld a. d. Leine.

I. Allgemeine Sätze über den Bogenträger.

Wir behandeln hier den symmetrischen Bogen mit zwei festen frei drehbaren Widerlagern der Pfeilhöhe h, der Spannweite $2a$, des Schlußwinkels β bei lotrechter Belastung. Die Erzeugung des Schubes H durch eine Scheitellast P geben wir in dem Ausdruck:

Gl. 1) $$H = \varkappa \frac{a}{h} P \text{ oder } \frac{Hh}{P} = \varkappa a \equiv \varkappa,$$

wo also $\varkappa$ einen Bruchwert der Einheit oder der halben Spannweite bedeutet.

Den Einfluß der Wanderung der lotrechten Einzellast bezeichnen wir mit ψ. Die Darstellung $y = \psi$, als Höhe auf der Sehne, ist mithin die Einflußlinie von P und ist die Zahl $\varkappa$ bekannt, so genügt für ψ die Angabe der Linienart, indem ψ an den Kämpfern verschwindet, in der Mitte $= \varkappa$ ist. Für den Parabelbogen wird, allerdings unter geringer Abrundung, meisthin $\varkappa = \frac{3}{8}$, für ψ die Parabel angenommen, also geschrieben:

Gl. 1a) $$\frac{Hh}{P} = \psi = \left(1 - \frac{x^2}{a^2}\right) \frac{3a}{8}.$$

Durch Vertauschung $P \equiv p dx = F(x) dx$ kann aus 1a) der von beliebiger Streckenbelastung erzeugte Schub dargestellt werden.

1. Die Bogenschar.

Eine Bogenschar entsteht dadurch, daß die Sehnenhöhe y eines bestimmt gegebenen Bogens von unveränderlicher Spannweite $2a$ nach einem festen willkürlich wählbaren Maßstab m in die Sehnenhöhe $v = my$ einer andern Bogenlinie dieser Schar umgezeichnet wird. Diese ähnliche und ähnlich liegende Linienschar hat die Sehnengerade, jeden Punkt derselben, entsprechend gemein, sowie auch jeden Strahl des lotrechten Parallelstrahlenbüschels, mithin auch die ∞ ferne Gerade entsprechend gemein.

Nach Culmann, Graphische Statik, gilt der Satz:

Zur Ermittlung des erzeugten Schubes ist derjenige Stützlinienzug durch die Kämpferpunkte gehend zu zeichnen, bei welchem der Flächeninhalt zwischen Stützzug und Bogenlinie verschwindet.

Hiermit steht im Einklang die Aussage:

„Die Werte $\varkappa$, ψ sind unveränderlich für die betrachtete Bogenschar; jedem Einzelbogen kommt die nämliche Kräfteverteilung zu."

Denn die nach Culmanns Satz gezeichneten einzelnen Stützzüge sind ähnliche und ähnlich liegende Gebilde.

Aus $v = my$; $\frac{dv}{dx} = m \frac{dy}{dx}$; $\frac{d^2v}{dx^2} = m \frac{d^2y}{dx^2}$ folgt der Satz:

Die Bogenschar ist die Stützlinienschar der nämlichen lotrechten Belastung $b = c \frac{d^2y}{dx^2}$, wobei mithin c eine willkürliche Unveränderliche darstellt, also das Maß oder die Stärke der Belastung b beliebig wählbar bleibt. Diese Stützlast b erzeugt, eben ihrer Natur nach, niemals Biegungsmomente im Bogen.

Eine bestimmte Bogenschar und ihre Kräfteverteilung kann aus jedem Einzelbogen hergeleitet werden.

Eine Ellipsenbogenschar wird daher zweckmäßig auf den ihr zugehörigen Kreisbogen zurückgeführt, daher der Satz:

Ein Ellipsenbogen aus der Vollellipse des wagerechten Durchmessers $2r$ hat die gleiche Kräfteverteilung wie der in den nämlichen Kämpferpunkten ruhende Kreisbogenträger vom Halbmesser r.

Häufig muß der sehr, unendlich flache Einzelbogen der Schar zur Ermittlung der Kräfteverteilung gewählt werden, indem die Berechnung des hohen Bogens auf Schwierigkeiten in Ausführung der Integrationen führt.

Mit diesem ∞ flachen Einzelbogen einer Bogenschar darf keineswegs verwechselt werden das, was man gemeinhin als ∞ flachen Bogen einer Bogenform zu benennen pflegt.

2. Die Schnittbogenform.

Der Schnitt- oder Teilbogen ist der durch eine Sehne, die Spannweite $2a$, abgegrenzte Teil irgendeiner Bogenlinie.

Die verschiedenen einzelnen Teilbogen ein und derselben Bogenlinie haben im allgemeinen verschiedene Kräfteverteilung. Insbesondere erzeugt eine Scheitellast P den Schub $H = \varkappa \frac{a}{h} P$ mit verschiedenwertigen Zahlen $\varkappa$ für die einzelnen Teilbogen.

Unter allen denkbaren Bogenformen mit endlicher, stetiger Krümmungsentwicklung zeigt einzig und allein die gemeine Parabel die nämliche, stets gleiche Kräfteverteilung für die verschiedenen einzelnen Teilbogen, und solange wir unsre Betrachtung auf Bogenlinien mit stetig endlicher Krümmungsentwicklung im Scheitel beschränken, gilt der Satz:

Der genügend unendlich, flache Teilbogenträger aller Bogenlinien hat ein und dieselbe Kräfteverteilung, nämlich die Kräfteverteilung des gemeinen Parabelbogens.

Denn dieser ∞ flache Schnittbogen oder genauer ausgedrückt, seine in ∞ vergrößertem Maßstabe mit endlicher Spannweite $2a$ gezeichnete Darstellung ist die, ∞ flache, gemeine Parabel.

Je nachdem nun in einer andern Bogenform der Krümmungshalbmesser ρ vom Scheitel zum Kämpfer stärker oder schwächer anwächst als bei der Parabel, wird bei endlichem Werte $\frac{h}{a}$ ein etwas stärkerer oder schwächerer Schub erzeugt als bei der Parabel.

Der Gedanke liegt sehr nahe, als Bogenformen mit starkem Schube die Bogenlinien $\rho = \frac{\rho_0}{\cos \omega^n}$ für $n > 3$ ins Auge zu fassen.

Derartige einfache Bogenformen lassen sich bei beliebiger Pfeilhöhe analytisch vollkommen mathematisch genau in bezug auf die Erzeugung des Schubes behandeln.

Man erfährt hierbei jedoch, daß nur bei höhern Bogen, vergleichsweise großen Werten $\frac{h}{a}$ ein gegen den Parabelschub irgendwie nennenswert vergrößerter Bogenschub auftritt.

Im Bogen $\rho = \frac{\rho_0}{\cos \omega^5}$ wächst z. B. $\varkappa$ erst für Schlußwerte $\operatorname{tg} \beta > 1$ irgendwie bemerkbar an und man muß bei derartigen Bogen Pfeilverhältnisse $\frac{h}{a} \geqq 1$ ins Auge fassen, wenn man zu Bogenformen mit starkem Schube gelangen will. Man erkennt deutlich, daß für eigentliche Flachbogen, also entschiedene Bruchwerte $\frac{h}{a}$, nur die Bogen $\rho = \frac{\rho_0}{\cos \omega^n}$ für ungemessen anwachsendes n dem Zwecke der Erzeugung eines starken Schubes entsprechen würden, wobei der Halbmesser ρ_1 am Kämpfer sehr ungemessen groß wird im Vergleich zum Halbmesser ρ_0 am Scheitel.

Bei dieser Sachlage erscheint es ratsam, von vornherein solche Bogenformen zu betrachten, welche der Forderung $\frac{\rho_1}{\rho_0} = \infty$ entsprechen bei beliebiger Pfeilhöhe.

Dieser Forderung kann entweder durch $\rho_1 = \infty$ oder durch $\rho_0 = 0$ genügt werden.

Wir betrachten zunächst den ersten Fall.

II. Bogenträger mit unendlich großem Krümmungshalbmesser am Kämpfer.

Wir betrachten und behandeln diese Bogenträger analytisch von der Sehne und je vom Kämpferpunkt A aus, weil so die Darstellung sich bei weitem am einfachsten gestaltet. y bedeutet also die Sehnenhöhe des Bogenpunktes und x ist vom Kämpfer aus $\leqq a$ nur bis zur Bogenmitte zu rechnen.

1. Die Parabel $y = \frac{h(3a^2x - x^3)}{2a^3}$ stellt für unveränderliche Spannweite $2a$ und für willkürlich wählbare Pfeilhöhe h eine Bogenträgerschar dar (Abb. 1) mit gemeinsamer Kräfteverteilung, gleichen Werten $\varkappa$, ψ für alle Einzelbogen.

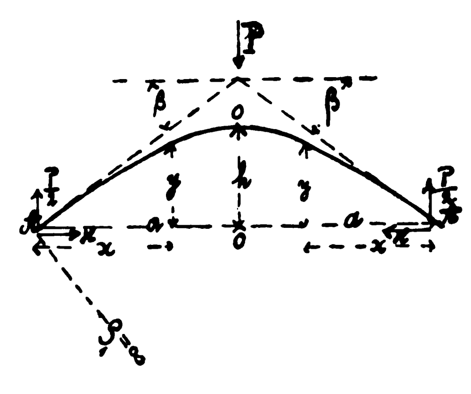


Abb. 1.

Sie ist die Stützlinienschar von in den Kämpfern auslaufender Dreieckslast und in der Natur tritt uns diese Bogenträgerform entgegen in der elastischen Verbiegung des gewichtslosen durch eine Einzellast in der Mitte belasteten einfachen Balkens auf zwei Endstützen.

Auf Scheitel und Tangente bezogen, würde die analytische Gleichung dieser Bogenform lauten

$$y = \frac{h(3ax^2 - x^3)}{2a^3},$$

wir aber betrachten den Bogen vom Kämpferpunkt A aus in der Gleichung:

$$y = \frac{h(3a^2x - x^3)}{2a^3}$$

und behandeln zur Darstellung und Ermittlung der gültigen Kräfteverteilung den sehr, oder ∞ flachen Einzelbogen dieser Bogenträgerschar.

Für denselben ist

$$\frac{3h(a^2 - x^2)}{2a^3} = \frac{dy}{dx} = \operatorname{tg}\omega \equiv \sin\omega \equiv \omega; \quad \frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{3hx}{a^3}; \quad d\omega = -\frac{3hx\,dx}{a^3};$$ während $ds \equiv dx$ vertauschbar ist.

Zur Bestimmung des von einer Scheitellast P erzeugten Schubes H haben wir die Gleichung zu betrachten:

$$EJ\frac{d^2z}{ds^2} = Hy - \frac{Px}{2} \text{ mit der Bedingung } w = \int_\beta^0 z\,d\omega = 0.$$

Lediglich einer durchsichtigen Rechnung zuliebe betrachten wir die Wirkung von H und von P je für sich gesondert. Im Zustand des Bogenschubes H entsteht die Wirkung:

$$EJ\frac{d^2z}{dx^2} = Hy \text{ oder } \frac{2a^3EJ}{hH}\frac{d^2z}{dx^2} = 3a^2x - x^3;$$

$$\frac{2a^3EJ}{hH}\frac{dz}{dx} = \frac{3a^2x^2}{2} - \frac{x^4}{4} - \frac{5a^4}{4}; \quad \frac{8a^3EJ}{hH}z = = 2a^2x^3 - \frac{x^5}{5} - 5a^4x.$$

Um $w = \pm\int_\beta^0 z\,d\omega$ darzustellen, können wir mit $d\omega = +\frac{3hx\,dx}{a3}$ vervielfältigen und erhalten:

$$\frac{40a^6EJ}{3h^2H}z\,d\omega = 10a^2x^4\,dx - x^6\,dz - 25a^4x^2\,dx.$$

$$\frac{40a^6EJ}{3h^2H}\int z\,d\omega = 2a^2x^5 - \frac{x^7}{7} - \frac{25a^4x^3}{3},$$ woraus sich ergibt:

$$\frac{EJw}{H} = -\frac{17}{35}ah^2.$$

Eine Mittellast P verbiegt den ∞ flachen Bogen nach der Gleichung:

$$\frac{12EJz}{P} = 3a^2x - x^3; \quad \frac{4a^3EJz\,d\omega}{hP} = 3a^2x^2\,dx - - x^4\,dx \quad \frac{4a^3EJ}{hP}\int z\,d\omega = a^2x^3 - \frac{x^5}{5}; \quad \frac{EJ}{P}w = \frac{a^2h}{5}.$$

Also erzeugt die Scheitellast P den Bogenschub: $H = \frac{7}{17}\frac{a}{h}P$ und bei dieser Bogenform wird mithin unter P im Scheitel ein Moment $= \frac{3Pa}{34} \Big\langle \frac{Pa}{11}$ erzeugt.

Um den Einfluß einer außerhalb des Scheitels im Punkte $x = v$ stehenden Last P zu bestimmen, betrachten wir Abb. 2 die Wirkung der Symmetriebelastnng $\frac{P}{2}$ im Angriffspunkt $x = v$ durch die Gleichung:

$$\frac{2EJ}{P}\frac{d^2z}{dx^2} = -x, + x - v,$$

aus welcher wir durch entsprechende Behandlung den Wert ableiten:

$$\frac{EJw}{P} = \frac{v(5a^2 - v^2)^2 \cdot h}{80a^3},$$

woraus sich ergibt:

$$\text{1a)} \quad \frac{Hh}{P} = \psi = \frac{7v(5a^2 - v^2)^2}{16 \cdot 17 \cdot a^4}; \quad v \leqq a.$$

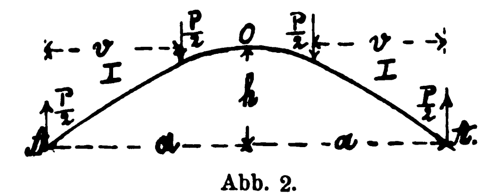


Abb. 2.

Betrachtet man Dreieckslast, setzt $P \equiv cv\,dv$ ein in 1a) und integriert über beide Bogenhälften, so erhält man:

$$H\operatorname{tg}\beta = \frac{ca^2}{2}; \quad H = \frac{ca^3}{3h}$$

$$\text{Moment} = EJ\frac{d^2z}{ds^2} = Hy - \frac{ca^2x}{2} + \frac{cx^3}{6} = \text{identisch } 0,$$

indem auch der beliebig hohe Bogenträger stets mathematisch genau die Stützlinie beliebiger Dreiecksbelastung bleibt.

Die unveränderliche Belastung p einer Kämpferstrecke v erzeugt den Schub:

$$\frac{H}{p} = \frac{7 \cdot \{125a^6 - (5a^2 - v^2)^3\}}{17 \cdot 96a^4h},$$

daher bei Belastung einer Bogenhälfte der Schub entsteht:

$$\frac{H}{p} = \frac{7 \cdot 61a^2}{17 \cdot 96h}.$$

Sämtliche elastische Linien des beliebig symmetrisch belasteten, auf zwei Stützen frei aufliegenden geraden Balkens ohne oder mit Sehnenlängskraft sind Bogenformen mit einfach verschwindender Kämpferkrümmung $\frac{1}{\rho_1}$.

$$y = \frac{8a^3x - 4ax^3 + x^4}{5a^4} \cdot h$$

$$y = h \sin\left(\frac{\pi}{2}\frac{x}{a}\right)$$

sind zwei weitere ebenfalls analytisch sehr einfach zu behandelnde Beispiele solcher Bogenformen. Der letztere Bogenträger hat den Wert:

$$\varkappa = \frac{4}{\pi^2};\ \frac{H}{P} = \frac{4}{\pi^2}\frac{a}{h}.$$

2. Die Parabel $y = \frac{h(4a^3x - x^4)}{3a^4}$ stellt für unveränderliche Spannweite $2a$ und beliebig wählbare Pfeilhöhe h eine Bogenschar dar mit zweifach verschwindender Kämpferkrümmung $\frac{1}{\rho_1}$.

Sie ist die elastische Linie des auf einer Mittelschneide ruhenden, durch gleichmäßige Streckenbelastung gebogenen, ursprünglich geraden Balkens und die Stützlinienschar für von den Kämpfern aus 0 ansteigender parabolischer Belastung $p = cx^2$.

Durch Ableitung ergibt sich:

$$\operatorname{tg} w = \frac{dy}{dx} = \frac{4h(a^3 - x^3)}{3a^4} = \operatorname{tg}\beta\left(1 - \left[\frac{x}{a}\right]^3\right)$$

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{4hx^2}{a^4};\ \rho_0 = \frac{a^2}{4h};\ \rho = \frac{a^4}{4hx^2\cos\omega^3}.$$

Wir betrachten auch hier zur Feststellung der Kräfteentwicklung zunächst den ∞ flachen Einzelbogen für $h = 0$, $ds \equiv dx$, $d\omega = -\frac{4hx^2dx}{a^4}$ und leiten für den Zustand H aus:

$$\frac{EJ}{H}\frac{d^2z}{dx^2} = y \text{ oder } \frac{3a^4EJ}{hH}\frac{d^2z}{dx^2} = 4a^3x - x^4$$

die Wirkung her:

$$\frac{EJw}{H} = -\frac{37}{81}ah^2.$$

Eine Mittellast P erzeugt die Wirkung:

$$\frac{12EJ}{P}z\,d\omega = (3a^2x - x^3)\frac{4hx^2dx}{a^4}.$$

$$\frac{EJ}{P}w = \frac{7}{36}a^2h.$$

Daher erzeugt die Mittellast P den Schub:

$H = \frac{63}{148}\frac{a}{h}P$ und das Scheitelmoment $\frac{11}{148}Pa < \frac{Pa}{13}$.

Eine beliebig in $x = v \leq a$ stehende Einzellast P erzeugt die Achsenschiebung

$$\frac{EJw}{P} = \frac{54va^5 - 20v^3a^3 + v^6}{180a^4} \cdot h$$

und daher den Schub

$$\frac{H}{P} = \frac{9(54va^5 - 20v^3a^3 + v^6)}{37 \cdot 20a^5h}.$$

Für $P \equiv v^2dv$ und parabolische Vollbelastung auf beiden Bogenhälften erhält man:

$$H = \frac{a^4}{4h} = \rho_0 \cdot a^2$$

und $M = Hy - \frac{a^3v}{3} + \frac{v^4}{12} =$ identisch 0, indem der beliebig hohe Bogenträger stets die Stützlinie parabolischer Belastung bildet.

3. Der Bogenträger $y = \frac{h(5a^4x - x^5)}{4a^5}$ ist für kleine Werte h nicht verschieden von dem durch Dreieckslast verbogenen Balken auf einer Mittelstütze.

Er ist die Stützlinie der von seinen Kämpfern ansteigenden Belastung $p = cx^3$, daher auch sein Kämpferwert $\frac{1}{\rho_1}$ dreifach verschwindet.

Durch Ableitung ergibt sich: $\frac{dy}{dx} = \frac{5h(a^4 - x^4)}{4a^5}$;

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{5hx^3}{a^5};\ \frac{1}{\rho} = \frac{5hx^3\cos\omega^3}{a^5}.$$

Für Betrachtung des Bogens mit verschwindender Pfeilhöhe ist $ds = dx$; $d\omega = -\frac{5hx^3dx}{a^5}$ und es gilt für die Wirkung von H die Gleichung:

$$\frac{4a^5EJ}{hH}\frac{d^2z}{dx^2} = 5a^4x - x^5;$$

$$\frac{4a^5EJ}{hH}\frac{dz}{dx} = \frac{5a^4x^2}{2} - \frac{x^6}{6}\ \frac{7a^6}{3}$$

$$\frac{24a^{10}EJ}{5h^2H}z\,d\omega = \left(5a^4x^6 - \frac{x^{10}}{7} - 14a^6x^4\right)dx,$$

woraus sich ergibt: $\frac{EJ}{H}w = -\frac{101ah^2}{231}$.

Eine Scheitellast P erzeugt die Wirkung:

$$\frac{12a^5EJ}{5hP}z\,d\omega = (3a^2x^4 - x^6)\,dx;\ \frac{EJ}{P}w = \frac{4}{21}a^2h.$$

$H = \frac{44aP}{101h}$; Scheitelmoment $= \frac{13}{202}Pa < \frac{Pa}{15}$.

Eine an der Stelle $x = v$ stehende Einzellast P erzeugt den Schub:

$$H = \frac{11v(98a^6 - 35v^2a^4 + v^6)P}{16 \cdot 101 \cdot a^6h}.$$

Der Bogenträger $y = \frac{h(6a^5x - x^6)}{5a^6}$ ist für genügend kleine Werte h nicht verschieden von dem durch beiderseits parabolisch ansteigende Belastung verbogenen Balken auf einer Mittelstütze.

Er ist die Stützlinie der Belastung $p = cx^4$.

Für verschwindende Pfeilhöhe gehören ihm die Werte zu:

$$\frac{EJw}{H} = -\frac{11}{26}ah^2;\ \frac{EJw}{P} = \frac{3}{16}a^2h.$$

Daher erzeugt im Bogen von beliebiger Pfeilhöhe eine Scheitellast P den Schub:

$$H = \frac{39}{88}\frac{a}{h}P$$

sowie das Scheitelmoment $\frac{5}{88}aP < \frac{aP}{17}$.

Betrachtet man entsprechende Bogenträger höherer Ordnung:

$$y = \frac{h(na^{n-1}x - x^n)}{(n-1)a^n}$$

für $n = 7, 8, 9, 10$ usw., so gelangt man zu weiter anwachsendem Schube, ohne jedoch je den Grenzwert $\varkappa = \frac{1}{2}$ zu erreichen, indem erst der Wert $n = \infty$ bezüglich einer Scheitellast der Stützung des Dreigelenkbogens entsprechen würde.

Erddrucktheorie.

Von Oberbauinspektor A. Hofmann (München).

Um zu einer brauchbaren Erddrucktheorie zu gelangen, wird es unumgänglich sein, vorerst einfachste Verhältnisse vorauszusetzen. Als solche sehe ich folgende vielleicht praktisch nie ganz erfüllbare, aber der Wahrheit ziemlich entsprechende an:

1. Die Erdart sei nur durch die gegenseitige Reibung ihrer Teilchen im Gleichgewicht gehalten.

2. Dieser Reibung entspreche auch der natürliche Böschungswinkel ρ der Erdart.

3. Auch der Reibungswinkel zwischen der Erdart und einer sie stützenden Wand sei ρ.

4. Die Wand sei eben, ihre Unterkante, um welche sie sich drehen kann, und ihre Oberkante, durch welche die Ebene der Oberfläche der Erdhinterfüllung geht, seien wagerecht.

5. Die Erdhinterfüllung sei endlos gedacht.

6. In jedem Punkt ihrer Oberfläche sei der Erddruck gleich Null.

7. Der Erddruck wachse von der Oberkante zur Unterkante der Stützwand geradlinig.

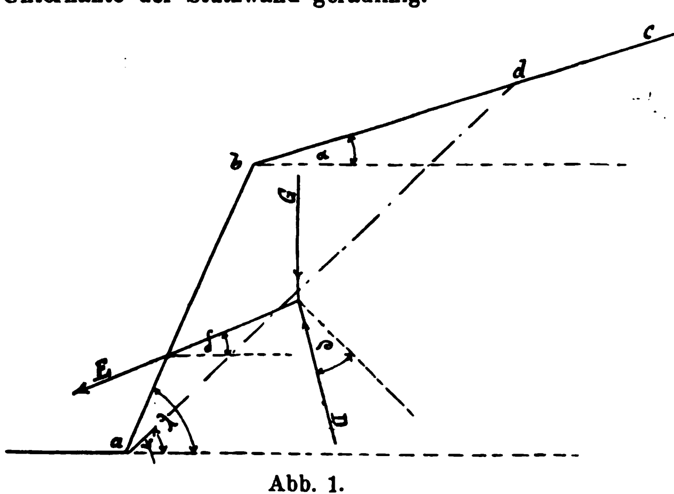


Abb. 1.

8. Die Neigung der Oberfläche der Hinterfüllung liege zwischen den Grenzen $+\rho$ und $-\rho$ und sei im allgemeinen $\pm\alpha$.

9. Die Neigung der Stützwand liege zwischen den Grenzen $+\rho$ und 90^0 und sei im allgemeinen λ.

10. Die Neigung des Erddruckes liege zwischen den Grenzen 0 und $+\rho$ und sei im allgemeinen $\delta = \frac{\pm\alpha + \rho}{2}$, also unabhängig von λ.

11. Zur Berechnung der Größe des Erddruckes werde eine ebene Gleitfläche mit der Neigung ψ angenommen.

12. Der Erddruck E, das Gewicht des Gleitkörpers G und der Gegendruck der Gleitfläche D schneiden sich in einem Punkte unterhalb der Gleitfläche (Abb. 1), so daß der Druck D nicht geradlinig über die Gleitfläche ad verteilt ist, sondern nach einer zur Stützwand konkaven Krümmung. Der Druck D, dessen Richtung um den Winkel ρ von der Normalen zur Gleitfläche abweicht, schneidet diese Fläche zwischen dem unteren Drittelpunkte und der Oberfläche.

13. Der Winkel ψ der Gleitfläche muß den Erddruck zu einem Maximum machen.

Der Erddruck greift zufolge 7 im unteren Drittelpunkt der Stützwand ab an. Wenn γ das Einheitsgewicht der Erdart ist, so ist

$$\text{I)}\quad E = \frac{1}{2}\gamma(ab\sin\lambda)^2 \frac{(\operatorname{ctg}\alpha - \operatorname{ctg}\lambda)(\operatorname{ctg}\psi - \operatorname{ctg}\lambda)}{\cos\delta(\operatorname{ctg}\alpha - \operatorname{ctg}\psi)(\operatorname{ctg}(\psi-\rho) + \operatorname{tg}\delta)}.$$

und

$$\text{II)}\quad \operatorname{ctg}^2\psi\,[(\operatorname{tg}\delta - \operatorname{ctg}\rho)(\operatorname{ctg}\alpha - \operatorname{ctg}\lambda) + 1 + \operatorname{ctg}^2\rho] - 2\operatorname{ctg}\psi\,[\operatorname{ctg}\lambda\operatorname{ctg}^2\rho + \operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{tg}\delta\operatorname{ctg}\rho(\operatorname{ctg}\alpha - \operatorname{ctg}\lambda)] = \operatorname{ctg}\rho(1 + \operatorname{tg}\delta\operatorname{ctg}\rho)(\operatorname{ctg}\lambda - \operatorname{ctg}\alpha) - (1 + \operatorname{ctg}^2\rho)\operatorname{ctg}\alpha\operatorname{ctg}\lambda.$$

Mit $\alpha = \rho = \delta$ sowie mit $\lambda = \rho$ wird auch $\psi = \rho$.

Mit $\lambda = 90^0$ geht die Gleichung II, über in

$$\text{IIa)}\quad \operatorname{ctg}^2\psi\left[\operatorname{tg}\delta - \operatorname{ctg}\rho + \frac{1 + \operatorname{ctg}^2\rho}{\operatorname{ctg}\alpha}\right] - 2\operatorname{ctg}\psi\,[1 + \operatorname{tg}\delta\operatorname{ctg}\rho] = -\operatorname{ctg}\rho(1 + \operatorname{tg}\delta\operatorname{ctg}\rho).$$

Mit $\alpha = 0$ und $\delta = \frac{\rho}{2}$ wird $\psi = \frac{90 + \rho}{2}$.

Mit $\alpha = -\rho$ und $\delta = 0$ wird $\operatorname{ctg}\psi =$

$$= \operatorname{ctg}\rho\,\frac{\sqrt{2(1 + \operatorname{ctg}^2\rho)} - 1}{1 + 2\operatorname{ctg}^2\rho}.$$

Es ist also der Erddruck durch die Gleichungen I) und II) vollständig bestimmt. Um den Erddruck zu ermitteln, wenn $\lambda > 90^0$ wird, setzt man (Abb. 2) das Gewicht P des lotrecht über der Wand ab befindlichen Erdkörpers mit dem Erdschube E' zusammen, welcher auf die lotrechte Strecke ab' trifft. Der Punkt b' findet sich, indem man durch b eine Parallele zur Erddruckrichtung (δ) zieht. Es addieren sich nämlich die sämtlichen Einzelschübe von der Spitze b bis zum Fußpunkte a. Selbstredend sehe ich die Wand ab als vollständig unnachgiebig an. Es ist dann in jedem Punkte derselben eine Gleitfläche vorhanden. Sämtliche Gleitflächen sind einander parallele Ebenen.

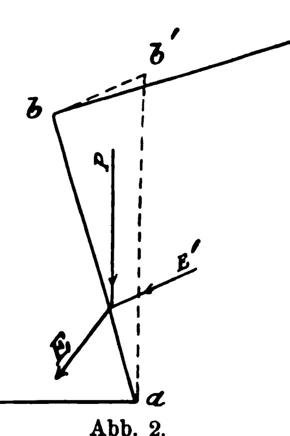


Abb. 2.

Nun muß ich zu den gemachten Voraussetzungen mich näher äußern. Die Annahme 1 ist jedenfalls zulässig. Wenn die Erdart durch tonige Beimengungen auch eine Aneinanderhaftung der kleinsten Teile aufweist, so kann man den Einfluß dieses Bindemittels durch Vergrößerung von ρ genau genug zum Ausdruck bringen. Mathematisch genaue Beziehungen sollen ja nicht gegeben werden. Der Einfluß der Beimengung von Wasser wäre in ähnlicher Weise zu berücksichtigen. Hier kann jedoch sowohl eine Vergrößerung von ρ (Sand) oder Verkleinerung (Lehm) in Betracht kommen, auch kommt es sehr auf die Menge von Wasser an, die der Erdart zugesetzt ist. Die theoretischen Ausführungen sollen indessen nur für kohäsionslose Erdteilchen aufgestellt sein.

2. Der natürliche Böschungswinkel an sich ist nicht konstant. Er schwankt zwischen einem Maximum bei gewissermaßen labilem und einem Minimum bei stabilem Gleichgewicht. Es ist rätlich, nur das Minimum dieses Winkels in Rechnung zu stellen, und es darf — in Ermangelung eines Besseren — der sonst nicht wohl erkennbare innere Reibungswinkel dem natürlichen Böschungswinkel gleich gesetzt werden.

3. Dies trifft in den praktischen Fällen jedenfalls sehr nahe auch zu für die Reibung zwischen der Stützwand und der Erde. Man könnte ja eine sehr glatte Wand sich denken, an welcher die Reibungsablenkung geringer wäre als ρ. Für die Theorie selbst hat aber diese Annahme keinen Belang, weil der fragliche Winkel

in den Formeln nur als Minimum vorkommt, welches auch zwischen Wand und Erde nicht unterschritten sein soll. Es ist daher die Möglichkeit eines schrägen Angriffes des Erddruckes bis zum Winkel ρ gegeben. Diese Voraussetzungen 1—3 sind ja wohl auch den älteren Theorien größtenteils zugrunde gelegt.

4. und 5. Diese Voraussetzungen haben lediglich den Zweck, einfache Funktionen in den theoretischen Ableitungen zu erhalten. Es ist klar, daß schon bei einfachen Krümmungen die Entwickelungen viel verwickelter würden, so zwar, daß ihre algebraische Behandlung sehr bald scheitern müßte. Man sollte aber zufrieden sein, wenigstens für geradlinige Gebilde eine einfache Theorie zustande zu bringen, statt unlösbaren komplizierten Problemen nachzuforschen.

6. Diese Voraussetzung ist wohl allen Theorien gemeinsam.

7. Auch diese Annahme wird allgemein gemacht, obwohl hierfür kein Zwang vorliegt. Man käme aber ins Uferlose, wenn man irgendeine andere Annahme machen wollte, für die ebensowenig ein Zwang und nicht einmal die gleiche Wahrscheinlichkeit vorläge; denn unter sonst gleichen Verhältnissen ist bei Naturvorgängen das Einfachste immer das Wahrscheinlichste.

8. und 9. Diese Annahmen sind für die algebraische Behandlung nötig. Die Begrenzung des Winkels λ bei 90^0 schließt die Behandlung anderer Wandneigungen von $\lambda \underset{=}{>} {}^{90}_{180}$ nicht aus, indem hierfür eine Zusammsetzung zweier Kräfte P und E' angewandt wird, was einfacher erscheint, als wenn sogleich E gesucht würde.

10. Diese Annahme ist das eigentlich Neue der Theorie. Die Annahme der Theorien von Coulomb ($\delta = \rho$) und von Rankine ($\delta = \alpha$) sind nicht haltbar. Professor Dr. Weyrauch hat bereits im Jahrgange 1878 der Zeitschrift für Baukunde auf den Widerspruch hingewiesen, zu dem man kommt, wenn man die Coulombsche Theorie auf ein mit Erde umfülltes Gewölbe anwenden will.

Offenbar müßte aber auch nach dieser Theorie ein Auftrieb entstehen, sobald $\lambda < 90 - \rho$ würde. Die Rankinesche Theorie dagegen ergäbe einen Auftrieb für $\alpha < 0$.

Die Verfechter dieser Theorie haben übrigens sog. unterschnittene Wände ($\lambda < 90^0$) ausgeschlossen, weil für diese Fälle andere gesetzliche Beziehungen gelten sollten. Es wird einleuchten, daß das Gesetz, nach welchem die Neigung des Erdschubes (δ) sich ergibt, allgemein gültig sein muß und unabhängig von der Neigung der Stützwand (λ).

Die älteren Theoretiker haben die möglichen Grenzfälle zu wenig berücksichtigt. Ein solcher Grenzfall z. B. liegt vor, wenn die Neigung der Stützwand $\lambda = \rho + \Delta\lambda$ ist, in welchem Falle jedenfalls noch ein Erddruck stattfindet. Wenn dabei $-\alpha = -\rho$ wird, so kann der Erdschub äußerstens wagerecht sein; denn bei der geringsten Vergrößerung von $-\alpha$ müßte die Erde sich von der Stützwand wegbewegen. Läßt man aber $+\alpha = +\rho$ werden, so muß die Erddruckrichtung nahezu mit der Wandrichtung zusammenfallen, wird also selbst $\delta = \rho$. Bei Zwischenneigungen von α ergibt sich dann die einfache Beziehung $\delta = \frac{\pm\alpha + \rho}{2}$. Mit $\alpha = 0$ erhält man also $\delta = \frac{\rho}{2}$. Dies ist der Mittelwert der Annahme von Coulomb und Rankine bei senkrechten Wänden ($\lambda = 90^0$). Geht man von dem angegebenen Grenzfall mit $\lambda = \rho + \Delta\lambda$ zu größerem λ bis schließlich 90^0 über, so kommt kein Grund zur Erscheinung, aus welchem sich der Winkel δ ändern sollte. Erst wenn $\lambda > 90^0$ wird, so tritt als neu eine unmittelbare lotrechte Belastung der Stützwand hinzu, derzufolge sich natürlich auch die Erddruckrichtung ändern muß. Die Richtung wird sich hier nach dem Kräfteparallelogramm höchst einfach ergeben.

11. und 12. Die älteren Theoretiker haben ebene Gleitflächen angenommen, während die neueren Erddruckforscher gekrümmte Gleitflächen mutmaßen. Hier sieht man wieder einmal recht deutlich, auf welche Abwege die technische Wissenschaft kommt, wenn sie sich auf das mathematische Gebiet verirrt. Natürlich muß die Verwickelung, welche gekrümmte Gleitflächen mit sich bringen, die Mathematiker förmlich anreizen, der Sache nachzugehen. Aber welcher Art von den unendlich vielen möglichen Krümmungen soll denn die Gleitfläche sein? Noch nicht einmal darüber, ob die Krümmung konvex oder konkav zur Stützwand sein soll, besteht eine Einigkeit, wie man sich aus den Veröffentlichungen von Mohr, Ritter, Müller-Breslau usw. überzeugen kann. Freilich hat man die Photographie zur Hilfe gezogen und will dabei eine zur Stützwand konkave Gleitfläche beobachtet haben. Es ist aber merkwürdig, daß man nur eine Gleitfläche gesehen hat, während doch für jeden Punkt der Stützwand eine solche vorhanden sein sollte. Das kommt offenbar daher, weil die Wand des Versuchsapparates nachgiebig war. Man hat also die Gleitfläche gesucht, welche sich ergeben mußte, wenn der Erddruck die Wand verschoben hat, wobei doch Raum für die Erde gewonnen wird, also eine Bewegung derselben erfolgen muß. Man hat ferner den Erddruck gesucht, der fortbesteht, nachdem der Anfangsdruck gewirkt hat. Sonst sucht man in der Regel die angreifenden Kräfte bei ihrem ersten Auftreten zu bestimmen. Man geht dabei von der wohlberechtigten Anschauung aus, daß man es beim ersten Angriffe mit einem Maximum zu tun hat, später aber nicht mehr. Jeder Nachgiebigkeit der Stützwand entspricht doch auch eine Senkung der Oberfläche, wenn sie auch noch so klein ist. Der Erddruck kann also nach vollzogener Verschiebung der Wand nicht mehr so groß sein wie ursprünglich. Die scheinbare Krümmung der durch den Fußpunkt der Stützwand gehenden Gleitfläche, die man bemerkt hat, ist aber nichts anderes als das Zeichen der eingetretenen Verschiebung des Gleitkörpers. Ursprünglich war auch diese Gleitfläche eben, wie die übrigen. Da aber die drei in Betracht kommenden Kräfte sich so schneiden, daß die Mittelkraft der Gegendrücke der Gleitfläche diese Fläche nicht im unteren Drittelpunkte, sondern höher schneidet, so sind diese Gegendrücke nicht geradlinig, sondern konkav zur Stützwand über die Gleitfläche verteilt. Es ist daher auch nicht zu verwundern, wenn bei der Verschiebung des Gleitkörpers an seiner Grenze sich die Erdteilchen so bewegen, daß schließlich eine zur Wand konkave einzige Gleitfläche vorhanden scheint. Es würde allen Erfahrungen über die Einfachheit der Naturerscheinungen, die sich dem Forscher entpuppen, widersprechen, wenn gerade beim Erddruck irgend eine krumme Gleitfläche von Anfang an vorhanden sein sollte. Ich glaube daher, daß die neueren Theoretiker mit ihren gekrümmten Gleitflächen eher eine Verschlechterung als Verbesserung der Erddrucktheorie erzielt haben.

Daran ändern auch im großen durchgeführte Versuche nichts. An diesen Versuchen vermisse ich vor allem die Einbeziehung der verschiedenen Grenzfälle. Es handelt sich in der Hauptsache um Versuche, wie sie die Franzosen schon vor längerer Zeit angestellt haben. Ein Kasten ist mit Erde gefüllt, eine lotrecht stehende Seitenwand beweglich. Die Drücke, die diese Wand erfährt, werden in zwei wagerechte und eine lotrechte Komponenten zerlegt und gemessen. Die Sache ist scheinbar sehr einfach, aber sie hat einen Haken. Die lotrechte Bewegung der Wand setzt nämlich eine Verschiebung derselben längs der Erdhinterfüllung voraus, welcher natürlich die Reibung hinderlich sein wird. Wie groß ist aber diese Reibung?

Das kann man doch nur schätzen, aber nicht messen. Mit der Reibung ist es aber eine sonderbare Sache. Sie ist durchaus nicht konstant (etwa gleich ihrem Maximum), sondern tritt immer nur nach Bedarf auf. Wer kennt aber diesen Bedarf? Die Versuchsapparate der gedachten Art leiden also an einem Mangel, der die Zuverlässigkeit der damit bewerkstelligten Messungen doch etwas beeinträchtigen kann. Es wird ganz unmöglich sein, die Reibung bei Apparaten irgendeiner Bauweise gänzlich auszuschalten. Aber es könnte doch gelingen, die Apparate so anzuordnen, daß der Einfluß der Reibung tunlichst klein werden muß. Da bekanntlich alle Theorie grau ist, habe auch ich Versuche angestellt. Natürlich stehen mir weder ein Laboratorium noch Mittel zur Verfügung, um Erddruckversuche im großen durchzuführen. Ich denke aber, die Sache ist hier wie beim Wasser: die Gesetze, die für das Kleine gelten, sind auch für das Große gültig. Man muß nur die Bedingungen hierfür tunlichst erfüllen. Dies suchte ich hinsichtlich der Kohäsionslosigkeit der Erde dadurch zu erreichen, daß ich den verwendeten Sand ausgeglüht und gereinigt habe. Er ließ dann auch an Beweglichkeit nichts zu wünschen übrig. Die Verschlußwand des Apparates richtete ich dann so ein, daß sie um eine obere Achse aufklappen konnte, vielmehr um drei obere Achsen, je nach Einschaltung auf die eine oder andere. Die eine Achse lag in der Wandebene selbst, die andere wagerecht gegen die Hinterfüllung zu, die dritte lotrecht unter der zweiten. Beabsichtigt war nämlich, die Momente, welche der Erddruck auf die Wand ausübt, in bezug auf jede der drei Achsen zu messen und hiermit die Lage und Größe der Kraft zu bestimmen. Da mir gute Meßapparate wie feine Federwagen usw. nicht zur Verfügung standen, benutzte ich einen mit der Wand fest verbundenen wagrechten Hebel mit Längenteilung zur Aufhängung von Gewichtstücken. Durch ein besonderes Balancierungshebelsystem wurde vor dem Auflegen der Gewichte die Wand in stabiles Gleichgewicht gebracht. Sie blieb also geöffnet in jeder Stellung stehen und übte geschlossen keinen Druck gegen den Kasten aus. Nach Auflegung der Gewichte indessen wurde die Klappe mit einem bestimmten Moment an den Kasten gepreßt. Die Verschlußwand war immer lotrecht. Dann wurde vorsichtig Sand eingefüllt, und zwar sowohl mit wagerechter Oberfläche als auch mit nach dem natürlichen Böschungsverhältnisse fallender oder steigender Oberfläche. Bei einer gewissen Höhe der Auffüllung wurde das Moment des Erddrucks größer als das den Verschluß bewirkende Moment der Gewichtstücke, die Klappe öffnete sich plötzlich und der Sand böschte sich bis zur Unterkante ab. Da war es nun merkwürdig, daß in einigen wenigen Fällen diese Böschungen ziemlich steil (etwa 1 : 1) ausfielen, während sie sonst der natürlichen Böschung (etwa $1:1^1/_2$) entsprachen. Aber die geringste Erschütterung am Apparate brachte den steiler stehen gebliebenen Teil des Sandes zum Abgleiten. Ist dies nicht eine Bestätigung meiner Ansicht über die Unbestimmtheit der Reibung? Die Versuche waren sehr zeitraubend. Dies und noch mehr der Umstand, daß ihre Vornahme in meiner Wohnung lästig fiel, ließ es auch bei einer verhältnismäßig geringen Anzahl bewenden. Diese haben indessen ausgereicht zur Bestätigung, daß meine Voraussetzungen der Wahrheit ziemlich nahe kommen, was aus den folgenden Tabellen, worin die gemessenen Momente und die mit meiner Formel berechneten nebeneinander gestellt sind, hervorleuchten wird.

1. Wagerechte Abgleichung des Sandes $\begin{pmatrix}\lambda = 90\\ \alpha = 0\end{pmatrix}$.

Füllhöhe cm	Momente cmg gemessen	Momente cmg berechnet
5,7	1000	1080
6,8	1500	1410
7,4	1500	1760
7,8	2000	1950
8,0	2000	2050
8,3	2000	2050
9,0	2500	2550
9,5	2500	2620
10,1	3000	3150
10,4	3500	3330
11,4	4000	3940
12,9	5000	4920
13,1	5100	5050

2. Mit natürlicher Böschung ansteigend $\begin{pmatrix}\lambda = 90\\ \alpha = +\rho\end{pmatrix}$.

Füllhöhe cm	Momente cmg gemessen	Momente cmg berechnet
4,2	1000	870
5,5	1500	1460
6,0	1350	1470
7,0	2000	2320
7,3	2500	2500
9,5	4000	4100

3. Mit natürlicher Böschung fallend $\begin{pmatrix}\lambda = 90\\ -\alpha = -\rho\end{pmatrix}$.

Füllhöhe cm	Momente cmg gemessen	Momente cmg berechnet
7,0	1000	1180
8,7	1500	1790
9,5	2000	2100
10,5	2500	2520
11,5	3000	2980
14,1	4000	4270

Mich haben diese Versuche überzeugt, daß der Einfluß des Winkels α ein sehr wesentlicher ist. Wenn ich aber die Gleichung $\delta = \frac{\pm \alpha + \rho}{2}$ nicht annehmen wollte, so könnte ich entfernt nicht die Uebereinstimmung erzielen, die die obige Tabelle zwischen Messung und Rechnung zeigt. Auch wäre die in Abb. 2 angegebene einfache Zusammensetzung von P und E' derart, daß die Kraft E im unteren Drittelpunkt der Stützwand angreift, nicht möglich. Ich kann daher Müller-Breslau, so sehr ich sonst seine Autorität in technischen Sachen achte, nicht beipflichten, wenn er meint, daß der Winkel α ohne Einfluß auf den Winkel δ sei. Uebrigens hat er, wenn ich nicht irre, für $\lambda = 90$ und $\alpha = 0$ auch $\delta = \frac{\rho}{2}$ gefunden, was mit meiner Annahme übereinstimmt.

13. Naturkräfte leisten stets ein Maximum, sei es im Angriff, sei es im Widerstand. Die Berechnung des Winkels ψ auf dieser Grundlage hat daher ihre gute Berechtigung.

Nun nur noch einige Worte bezüglich der Zweckmäßigkeit meiner Formel. An Einfachheit läßt sie jedenfalls nichts zu wünschen übrig. Sie läßt sich auch leicht graphisch behandeln, und bei diesem Verfahren kann man auch annähernd den in der Praxis gerade häufigsten Fall einer geradlinig gebrochenen Oberfläche der Erdhinterfüllung mit einbeziehen. Sie ist anwendbar für unterschnittene Stützmauern, für Gewölbe, für Rampen. Man kommt mit ihr nirgend zu einem Unsinn, wie bei den älteren Theorien. Die neueren Theorien sind noch lange nicht als richtig erwiesen und nebenbei so umständlich, daß ihre Anwendung in der Praxis kaum je große Fortschritte machen kann. Dem widersinnigen Verfahren, die



eine oder andere Theorie gerade dann anzuwenden, wenn der Fall für ihre Handhabung bequem liegt, sollte aber einmal ein Ende bereitet werden. Meine Formel gibt Werte der Erddruckmomente, die die Mitte einhalten zwischen jenen nach der Coulombschen und Rankineschen Theorie. Ich kann sie daher empfehlen auch gegenüber jener Richtung, die jeder Theorie gram ist. Irgendeine praktische Handhabe, die in keinem Falle versagt, muß der Ingenieur doch haben, wenn er mit Erde schräg belastete Bauwerke entwerfen soll.

Kleine Mitteilungen.

Zur Besetzung der Stelle des Stadtbaurats in Harburg (Elbe).

Die Ausschreibung der Stelle des Stadtbaurats in Harburg (Elbe) ist unter Bedingungen erfolgt, die weite Kreise der Techniker mit Befremden erfüllt. Dem Stadtbaurat soll das Stimmrecht im Magistrat nur in den Angelegenheiten seines Dienstzweiges zugestanden werden.

In der Ueberzeugung, daß Harburg unter diesen Bedingungen nicht den Mann finden wird, dessen es seiner Bedeutung nach wie alle unsere aufstrebenden Städte unbedingt bedarf, hat der Architekten- und Ingenieur-Verein zu Hannover an den Herren Oberbürgermeister in Harburg eine Eingabe gerichtet mit der Bitte, die Stelle unter Gewährung der vollen Mitgliedschaft im Magistrat erneut zur Ausschreibung zu bringen.

Es ist darauf folgende Antwort eingelaufen:

Harburg, den 15. Juni 1911.

Magistrat
der Stadt Harburg (Elbe).
Tagebuch Nr. I 6223.

Auf das an den Unterzeichneten gerichtete Schreiben vom 6. d. M. erwidern wir ergebenst, daß wir eine Aenderung der Bedingungen, unter denen die Stelle des Stadtbaurats der hiesigen Stadt ausgeschrieben ist, nicht vorzunehmen beabsichtigen. Die dortige Annahme, daß unter den ausgeschriebenen Bedingungen sich geeignete Bewerber um die Stelle des Stadtbaurats nicht finden werden, wird durch die Ergebnisse der Ausschreibung widerlegt. Es sind bislang 74 Bewerbungen um die Stelle eingegangen. Sämtliche Bewerber haben die zweite Staatsprüfung entweder im Hochbaufache oder im Ingenieurfache bestanden. Unter ihnen sind 21, die sich gegenwärtig in leitender Stellung als Stadtbauräte oder Stadtbaumeister in Mittelstädten befinden, 19, die als Stadtbauinspektoren in Großstädten Bauabteilungen des Stadtbauamts selbständig leiten, und 4 Kreisbauinspektoren. Die meisten der Bewerber sind vorzüglich empfohlen, so daß es zweifellos ist, daß auch unter den feststehenden Bedingungen eine durchaus geeignete Persönlichkeit für die Stadtbauratsstelle gefunden werden wird.

gez. Timmann.

An
den Architekten- und Ingenieurverein
in Hannover.

Obwohl die meisten Einzelvereine in gleichem Sinne wie der unserige sich ausgesprochen bzw. beim Oberbürgermeister den Antrag unterstützt haben, beabsichtigt Harburg also nicht, demselben Folge zu geben.

Es bleibt daher nur übrig und liegt im dringenden Interesse der Förderung unserer Standesinteressen, daß die Bewerber noch nachträglich die Forderung der vollen Magistratsmitgliedschaft erheben; bei Einigkeit im eigenen Lager ist auch hier noch ein Erfolg zu erzielen.

Der Vorstand
des Architekten- und Ingenieur-Vereins
zu Hannover.

Bücherschau.

Vierendeelträger mit parallelen Gurtungen. Graphische Ermittelung der Einflußlinien mit Hilfe eines einzigen Seilpolygons, das ohne Rücksicht auf Spannweite und Felderanzahl für sämtliche Träger mit gleichem Verhältnis von Trägerhöhe zur Feldweite gilt. Von Ingenieur Emil Reich (Laibach), mit 11 Textfiguren und einer lithographierten Tafel. Wien 1911. Verlags-A.-G., vormals R. v. Waldheim, Jos. Eberle & Co. Preis 1,30 M.

Die vorliegende Abhandlung ermittelt, im Gegensatz zu den früheren Untersuchungen des Vierendeelträgers (s. Vierendeel, Beton und Eisen 1907, Heft X bis XII, übersetzt von Dr. Gebauer, und daselbst 1909, Heft XIV bis XVI, von Ingenieur Frandsen), die statisch unbestimmten Größen dieses strebenlosen, nur durch Eckversteifungen widerstandsfähig gemachten Fachwerkträgers mit Hilfe der elastischen Linie des geraden Stabes, indem aus dem Zusammenhang der elastischen Linie der einzelnen Stäbe die in den Knotenpunkten auftretenden Momente und aus diesen die Quer- und Axialkräfte berechnet werden. Als Ergebnis ist die Darstellung der Einflußlinien für einen Vierendeelträger mit parallelen Gurtungen und konstantem Trägheitsmoment, der nur in den Knotenpunkten belastet angenommen wird, hervorzuheben, die es ermöglicht, rasch und für eine ganze Reihe von Trägern mit gleichem Verhältnis der Höhe zur Feldweite auf einmal sämtliche Einflußlinien zu zeichnen. Fachgenossen, die in die Lage kommen, Vierendeelträger, die in neuerer Zeit besonders als Eisenbetonträger Verwendung gefunden haben, berechnen zu müssen, kann die Abhandlung zum Studium empfohlen werden.

L. v. Willmann.

Die graphische Statik der starren Systeme. Von Dr. Lebrecht Henneberg, Geh. Hofrat und Professor der Mechanik an der Großherzogl. Technischen Hochschule zu Darmstadt, mit 394 Figuren im Text. B. G. Teubners Sammlung von Lehrbüchern auf dem Gebiete der mathematischen Wissenschaften mit Einschluß ihrer Anwendungen, Band XXXI. Leipzig und Berlin 1911. Verlag von B. G. Teubner. Preis geb. in Leinwand 24 M.

Das genannte Werk ist eine Erweiterung einer von demselben Verfasser im vierten Bande der „Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften“ unter dem Titel „Die

graphische Statik der starren Körper" veröffentlichten Arbeit und behandelt die graphische Statik in wissenschaftlicher und eingehender Weise, ohne speziell auf die Aufgaben des Bauwesens einzugehen. Auch wurden die statisch unbestimmten Systeme, mit Ausnahme des durchlaufenden Trägers, ausgeschlossen. Je nach der geeigneteren Anwendbarkeit kam sowohl die geometrische als auch die analytische Methode bei den Entwickelungen und Beweisführungen zur Anwendung; häufig wurden beide Behandlungsweisen gezeigt. Das Werk zerfällt in fünf Abschnitte. Der erste Abschnitt behandelt die allgemeine Theorie und die zeichnerischen Methoden für die Zusammensetzung der Kräfte des ebenen Kräftesystems, wobei mit einer geschichtlichen Einleitung begonnen wird. Eingehend werden die Eigenschaften des Seilpolygons entwickelt und seine Beziehungen zum Gelenkpolygon erörtert. Auch die Methoden von d'Ocagne, Kiefer und Eddy für die graphische Zusammensetzung der Kräfte eines ebenen Kräftesystems werden wiedergegeben, dann wird auf die Theorie der reziproken Figuren eingegangen und endlich die Zerlegung einer Kraft in zwei und drei Komponenten nach den Methoden von Ritter, Culmann, Hollender und mit Hilfe des Seilpolygons gezeigt. Der zweite Abschnitt bringt Anwendungen für die Theorie des ebenen Kräftesystems, und zwar: die graphische Schwerpunktsbestimmung, die Momentfläche für den verschieden belasteten Balken, die Untersuchung des durchlaufenden Trägers, die Theorie und Konstruktion der Trägheitsmomente, die Trägheitsellipse und den Trägheitskreis. Der dritte Abschnitt beschäftigt sich mit dem räumlichen Kräftesystem, bringt zunächst seine analytische Untersuchung, die Theorie der Kräftepaare im Raum, die Zentralachse und das Hauptkräftepaar, den Satz vom statischen Moment, die Spezialisierung der Ergebnisse für parallele Kräfte und das Möbiussche Nullsystem. Dann werden die Methoden der graphischen Zusammensetzung des räumlichen Kräftesystems nach Culmann, Müller-Breslau und Mohr mitgeteilt sowie das räumliche Kräfte- und Seilpolygon besprochen. Daran schließen sich geometrische Untersuchungen des Nullsystems und die Besprechung der Methoden von W. Stäckel, R. Skutsch und der Momentenmethode für die Zerlegung der Kräfte. Der vierte Abschnitt untersucht die statisch bestimmten ebenen Fachwerke, ihre Struktur, die Spannungsbestimmungen, die Herstellung reziproker Kräftepläne, auch in ihrer Erweiterung durch F. Schur, und die gestützten ebenen Fachwerke. Dabei wurden, wie schon oben erwähnt, alle auf Elastizitätsbetrachtungen beruhenden Untersuchungen fortgelassen, so daß auch die Deformation der Fachwerke keine Berücksichtigung fand. Der fünfte Abschnitt behandelt das statisch bestimmte räumliche Fachwerk. Hier werden zuerst die Grundaufgaben der Theorie der räumlichen Fachwerke eingehend besprochen; dann wird auf die einfacheren räumlichen Fachwerke (Tetraederfachwerke), auf ihre Struktur und auf die allgemeinen Methoden der Spannungsbestimmungen eingegangen. Ferner kommen als spezielle räumliche Fachwerke, außer den Tonnenflechtwerken und den Raumfachwerken für Brückenträger, noch die Kuppeln zur Behandlung, und zwar die Schwedlersche Kuppel, die Netzwerkkuppel, die Zimmermannsche Kuppel und die Schlinkschen Scheibenkuppeln.

Die „Struktur" der Fachwerke, d. h. die Zusammenstellung der Fachwerkstäbe, behandelt der Verfasser sowohl bei den ebenen als auch bei den räumlichen Fachwerken besonders ausführlich und hält die Strukturuntersuchung für ebenso wichtig wie die Spannungsbestimmung, weil sie sowohl zur Prüfung eines vorliegenden Gelenksystems auf seine Standsicherheit als auch zur Bildung neuer Fachwerksysteme sich eignet und ein Mittel darbietet, die Art der einfachsten und raschesten Spannungsbestimmung herauszufinden.

In seinem Vorwort sagt der Verfasser: er wende sich „in dem Buche einerseits an diejenigen Studierenden der mathematischen Wissenschaften, die sich der gegenwärtigen Zeitströmung entsprechend eingehender mit der angewandten Mathematik und insbesondere mit der graphischen Statik beschäftigen"; andererseits sei „das Buch auch in gleicher Weise bestimmt für diejenigen Studierenden der technischen Wissenschaften, die sich in höherem Grade für wissenschaftliche Fragen interessieren, einen tieferen Einblick in die graphische Statik anstreben und sie eingehender zu studieren wünschen, als dieses für das eigentliche Fachstudium und insbesondere zum Verständnis der sich auf die graphische Statik stützenden Baukonstruktionslehre erforderlich ist". Dem kann hinzugefügt werden, daß das Werk auch dem in der Praxis stehenden Ingenieur vielfache Anregungen darbietet, und daher auch einem solchen, wenn er Zeit, Liebe und Lust für die Verfolgung wissenschaftlicher Behandlung statischer Berechnungen besitzt, bestens empfohlen werden kann. *L. v. Willmann.*

Die Eisenbahn-Technik der Gegenwart. Unter Mitwirkung von Fachgenossen herausgegeben von Dr.-Ing. Barkhausen, Geh. Reg.-Rat, Professor a. D., Blum, Geh. Oberbaurat, Berlin, Courtin, Oberbaurat, Karlsruhe, von Borries, Geh. Reg.-Rat, Professor, Berlin und von Weiß, Ministerialrat, München. Erster Band: Das Eisenbahn-Maschinenwesen. Erster Abschnitt: Die Eisenbahnfahrzeuge. Zweiter Teil, zweite Hälfte: Durchgehende Bremsen und Signalvorrichtungen, Schneepflüge und Schneeräummaschinen, Eisenbahnfähren. Vorschriften für den Bau der Wagen. Zweite umgearbeitete Auflage. Mit 129 Abb. im Texte und 8 lithographierten Tafeln. Wiesbaden 1911. C. W. Kreidels Verlag. Preis 9 M.

Das Kapitel „A. III. Durchgehende Bremsen und Signalvorrichtungen" eröffnet den vorliegenden Teil des großen, allbekannten Handbuches; es ist von Staby bearbeitet und behandelt von den verschiedenen Bremsen besonders ausführlich die Luftdruckbremse von Westinghouse, Halfmann bespricht die Schneepflüge und Schneeräummaschine; die Erfolge der letzteren werden wirtschaftlich näher beleuchtet; sie lassen eine größere Anwendung derselben berechtigt erscheinen. An Stelle Leißners hat Busse die Bearbeitung des Kapitels über Eisenbahnfähren in der neuen Auflage übernommen; die Beschreibung ausgeführter Fähren, nach fünf Gruppen gesondert, betrifft die Fährlinien der dänischen Staatsbahnen, die Fährlinie Saßnitz-Trelleborg und noch einige kleinere Anlagen. Recht wertvolles Material bieten die von Courtin bearbeiteten Vorschriften für den Bau der Wagen. Die Abbildungen sind durchweg sehr gut gewählt und sehr deutlich ausgeführt. *Birk.*

Eiserne Brücken von Karl Bernhard, Regierungsbaumeister, Zivilingenieur und Privatdozent an der Technischen Hochschule zu Berlin. Mit 688 Textabbildungen und 13 Tafeln. Berlin 1911. Verlag der Deutschen Bauzeitung.

Es hat sich als wünschenswert herausgestellt, neben den groß angelegten, eine Reihe von Bänden umfassenden Werken über Bauingenieurwesen auch weniger umfangreiche Bücher zu haben, aus denen der Studierende und der im praktischen Leben stehende Ingenieur sich Belehrung und Rat erholen kann. So ist neben dem Handbuch der Ingenieurwissenschaften das Handbuch des Tiefbaues entstanden, so entstand auch das vorliegende Buch

über eiserne Brücken. Wir gehen wohl nicht fehl, wenn wir annehmen, daß die ersten Wurzeln des Werkes in dem bereits 1879 erschienenen Band III des deutschen Bauhandbuches (Baukunde des Ingenieurs) liegen; in diesem hatte W. Housselle den Brückenbau in sehr bescheidenem Umfange und W. Streckert im Kapitel Eisenbahnbau die Durchlässe und kleineren Eisenbahnbrücken behandelt. Das hier zu besprechende Werk von K. Bernhard ist aber eine ganz selbständige Arbeit, welche nur historische Beziehungen zu den angegebenen Bearbeitungen hat.

Das ganze große Gebiet des Eisenbrückenbaues läßt sich nur dann in den verhältnismäßig kleinen Umfang eines Bandes zusammenfassen, wenn man die theoretischen Kenntnisse beim Leser als vorhanden annehmen kann. Eisenbrückenbau kann aber nur der treiben, welcher die Theorie der Baukonstruktionen beherrscht. So durfte der Verfasser diese Bekanntschaft voraussetzen und seine Aufmerksamkeit hauptsächlich dem konstruktiven Teile des Eisenbrückenbaues zuwenden. Unterstützt werden die Ausführungen durch Vorführung vieler, gut ausgewählter Beispiele, meistens von Bauten aus neuerer und neuester Zeit in klaren Abbildungen. Eine große Zahl derselben konnte der Verfasser, welcher eine bedeutende Bautätigkeit als Zivilingenieur ausübt, seinen eigenen Ausführungen entnehmen; die dabei eingestreuten zahlreichen praktischen Winke aus seiner Erfahrung geben dem Buche erhöhten Wert.

Das Werk umfaßt acht Kapitel und einen Anhang, 545 Seiten, 688 Textabbildungen, ferner 13 Tafeln. Nachstehend sind die Inhalte der Kapitel kurz angeführt:

Kapitel I. Die allgemeinen Grundlagen für die Anordnung der Brücken: Wahl der Baustelle, Rücksichten auf Lage- und Höhenplan, Durchfahrts- und Durchflußweiten, Zahl und Weite der Oeffnungen, Höhe und Breite der Brücken. Bauliche Anordnung: Hauptbestandteile, Lage der Fahrbahn.

Kapitel II. Unterlagen für die statischen Berechnungen: die auf die Brücken wirkenden Kräfte (Eigengewichte, Verkehrslasten, sonstige Kräfte); die zulässigen Beanspruchungen, die Vorschriften der verschiedenen deutschen Staatsbahnen.

Kapitel III. Die Konstruktions-Elemente: Baustoff, die Eisensorten, die Grundlagen für die Querschnittsbildung, die Verbindung der Eisenteile zu Trägern, sowohl Blechträgern wie Fachwerksträgern, die Vernietungen, die Bildung der Knotenpunkte.

Kapitel IV. Die Brückenbahn für Eisenbahn-, Straßen- und Fußgängerbrücken, auch für die Kanalbrücken.

Kapitel V. Die Hauptträger fester Brücken. Geschichtliche Entwickelung, die Linienführung der Gurte als Kettenlinien für bestimmte Belastungswerte, die Konstruktion der Balkenträger einschließlich der Gerberträger, der Bogenträger, der Hängeträger, die Querversteifung der Hauptträger, Lager und Gelenke.

Kapitel VI. Bewegliche Brücken.

Kapitel VII. Eiserne Stützen und Pfeiler.

Kapitel VIII. Bauausführung: Vorbereitungen des Baues, die Einrichtungen und Arbeiten in den Werkstätten, die Einrichtungen und Arbeiten auf dem Bauplatz. Endlich die Vornahme nachträglicher Verstärkungen vorhandener eiserner Brücken. — Auf dieses Kapitel VIII wird besonders aufmerksam gemacht.

In einem Anhang ist ein Auszug aus den Vorschriften auf den Schutzgebietsbahnen und eine Zusammenstellung von deutschen Eisenwalzwerken, welche Walzeisen für Brückenbau herstellen.

Das Buch kann in jeder Beziehung als vorzüglich empfohlen werden.

Dr.-Ing. *Th. Landsberg.*

Stoßwirkungen an Tragwerken und am Oberbau im Eisenbahnbetriebe. Von Dr.-Ing. Heinrich Saller. Wiesbaden 1910. C. W. Kreidels Verlag.

In dem vorliegenden Werk stellt sich der Verfasser die Aufgabe, die bei der Berechnung von Tragwerken und Oberbauten, die der Beanspruchung durch bewegte Eisenbahnverkehrslasten ausgesetzt sind, neben den statischen Einflüssen zu berücksichtigenden Nebenwirkungen zu untersuchen. Er legt dar, daß diese Nebenwirkungen vielfach eine größere Rolle spielen, als man bisher annahm, daß daher die dynamischen Wirkungen von größerer Bedeutung sind als die statischen, und faßt die Ergebnisse dieser Untersuchungen in bestimmte Formeln zusammen.

Das Buch ist in sieben Abschnitte gegliedert. Im ersten Abschnitt werden die allgemeinen Formeln für Stoßdrucke entwickelt, insbesondere für solche, die im Eisenbahnbetrieb häufig vorkommen. Der zweite Abschnitt befaßt sich mit der Ausdehnung der Stoßberechnung auf Verhältnisse, die außerhalb der Proportionalitätsgrenze liegen, und im dritten Abschnitt wird die Eignung der Baustoffe und Querschnittsformen zur Aufnahme von Stoßdrucken behandelt. Im vierten Abschnitt behandelt der Verfasser die Entwickelung der Stoßwertziffern für eiserne Bahnbrücken, und im fünften Abschnitt wird ein Versuch einer theoretischen Beurteilung der Eignung des Eisenbetons zur Aufnahme von Stoßdrucken bei Eisenbahnbrücken gemacht. Im sechsten Abschnitt werden die Stoßdrucke beim Oberbau eingehend behandelt, und im letzten Abschnitt sind die Ergebnisse der Untersuchungen kurz zusammengefaßt.

Der Verfasser legt dar, daß die Beanspruchungen von Tragwerken und des Oberbaues vielfach mehr von den dynamischen als von den statischen Einwirkungen beeinflußt werden und hält es daher für geboten, die dynamischen Gesichtspunkte mehr, als es bisher geschieht, zu berücksichtigen. In betreff der Baustoffe führt er eine Baustoffziffer ein und für die Querschnittsformen eine Verbrauchsziffer und zeigt deren Bedeutung vom wirtschaftlichen Standpunkt aus. Die Stoßwirkungen an eisernen Ueberbauten setzen sich aus regelmäßigen und unregelmäßigen zusammen, und die letzteren sind im allgemeinen die maßgebenderen. Beim Oberbau spielen die Stoßdrucke eine besonders große Rolle, sie hängen sowohl von den Unregelmäßigkeiten der Fahrbahn wie von denen der Fahrzeuge ab, und es wird dargelegt, daß eine möglichst gleichmäßige, mäßige Nachgiebigkeit des Oberbaues den Wirkungen der Stoßdrucke am besten entgegenwirkt.

Das vorliegende Werk verdient in den Fachkreisen rege Beachtung, sein Studium kann bestens empfohlen werden.

B—m.

Opitz, C., Oberlehrer an der Kgl. Techn. Schule in Straßburg. Zimmerarbeiten. Zwei Bände (Sammlung Göschen Nr. 489,490). Leipzig 1910. G. J. Göschen. Preis geb. je 0,80 M.

Verfasser versucht das Wichtigste aus dem Gebiet der Zimmerarbeiten zu geben und hat seine Aufgabe mit Geschick gelöst; er hat vor allem es verstanden, das in großen Lehrbüchern so oft wiederholte Veraltete auszuscheiden und Neueres aufzunehmen. Band I behandelt das Wesen und das Material der Zimmerarbeiten, Balkenlagen nebst Zwischendecken und Fußböden, Fachwerkswände, Türgerüste, Hänge- und Sprengewerke (mit Hilfe von 169 Abbildungen), Band II besonders die Dachkonstruktionen, Holzwände, Zäune, Tore und Türen sowie die Gerüste (mit 167 Abbildungen). Sehr gut gelungen ist ein Kapitel über das Schiften. Das Werkchen wird sicher noch mehrere Auflagen erleben; dann mag der Verfasser unter den Holzverbindungen noch manche fortlassen,

welche der „Zünftige“ früher als schwieriges Gesellenstück machte, die aber jetzt keinen Wert mehr haben und in der Praxis nicht mehr vorkommen. Aber auch in dieser jetzigen Gestalt ist das Büchlein warm zu empfehlen.

Schl.

Daub, H., Professor. Die Vergangenheit des Hochbaues. Wien und Leipzig 1911. Deuticke. Preis 7 M.

Das Buch bezweckt, unter Ausschaltung des künstlerischen Teils der Baukunst lediglich eine Schilderung der konstruktiven Seite derselben in der Vergangenheit zu geben, also Entstehen und Werdegang der Bauteile, Bauweisen und Baustoffe vorzuführen, ohne die gegenwärtigen Verhältnisse in den Kreis der Betrachtung zu ziehen. Der Leser soll erfahren, welche Baustoffe die früheren Jahrhunderte verwendet haben, seit welcher Zeit sie benutzt worden sind, und wie sich im Laufe der Zeit deren Gewinnung, Zubereitung und Verwendung gestaltet hat. — Nach einer kurzen Entwickelungsgeschichte der Baukunst bis zur Barockzeit bespricht der Verfasser die einzelnen Baustoffe, Holz, Ziegel, Quadern, Mörtel, Beton (— auch Eisenbeton! —), die Metalle, Glas, Farben und Werkzeuge, worauf die Bauteile abgehandelt werden: Mauern, Decken (ebene und gewölbte), Fußböden, Dächer, Treppen, Türen, Fenster usw. Ein Abschnitt über Bauführung, Standesbezeichnungen der Bauleute, Bezahlung der Arbeiten, Bauvorschriften und ein kurzes Verzeichnis von Fremdwörtern aus dem Bauwesen bilden den Schluß.

In allen Teilen enthält das Buch eine ungeheure Menge von Daten, deren Beschaffung naturgemäß leicht zu Irrtümern führen konnte, da der Verfasser unmöglich in der Lage war, alle auf ihre Richtigkeit zu prüfen. So z. B. sind die Angaben über die Bauten von Baalbek öfter unzutreffend. Dort geht die Höhe der Quadern bis auf 4,35 ^{m}, die gewöhnliche Schichthöhe auf 1,49 ^{m}. Die Löcher, welche Verfasser „Probelöcher“ nennt, dienten, sofern sie überhaupt alt sind, nach der Beschreibung des Herodot zum Eingreifen der bronzenen Doppelhaken, mit denen das Versetzen erfolgte, eine Methode, deren Anführung vermißt wird. Der größte Baustein der Welt findet sich nicht unter den drei Riesen der Tempelterrasse von Baalbek von ca. 19,5 ^{m} Länge, ist auch nicht der im dortigen Steinbruch befindliche von 21,40 zu 4,35 zu 4 ^{m}, der auf 20,15 ^{m} abgelängt werden sollte, sondern eins der großen Stelen-Monumente aus Granit bei Aksum in Abessynien von ca. 33 ^{m} Länge. In Baalbek liegt der ca. 1,5 ^{km} entfernte Steinbruch höher als die Tempelterrasse; die drei großen Steine waren an Ort und Stelle nicht 7 ^{m} hoch zu heben, sondern „nur“ 4,20 ^{m} hoch, d. i. um die Höhe der Sockelsteine von 9,40 · 4,20 · 3,65 ^{m}, von denen 13 Stück in einer Reihe noch in situ liegen, davon die meisten noch ohne die Abfasung, welche pro Stein fast genau 20 ^{cbm} beträgt und nach dem Versetzen abgearbeitet werden sollte, wie die Bearbeitung der Stoßsägen erkennen läßt: das sind dort aber keine Saumschläge! (vgl. S. 61). Man scheute also die „kostspielige Steinmetzarbeit“ ebensowenig wie den Transport großer Steine (vgl. S. 89), und in Baalbek mit seinen ungeheuren Massen von Steinmetzarbeit in allerreichster Ausführung waren Steinmetzwerkzeuge ganz gewiß keine Seltenheit, wie Verfasser meint, und die Zahl der gewandten Steinmetze muß dort Legion gewesen sein. Hohle Fugen in Stoß- oder Lagerfugenflächen der Quadern kennt Baalbek nicht, wohl aber weit vortretende Ränder derselben, die bei der Vollendung des Ganzen abgearbeitet werden sollten. — Hölzerne Anker zur Verankerung von Bogen und Gewölben hatte die byzantinische Kunst schon in frühester Zeit vor der Konstantinopeler Hagia Sofia; die weit ältere Kirche St. Demetrius in Saloniki hat die Arkaden der Langhauswände im Mittelschiff oben und in den Seitenschiffen auf Holzbohlen stehen, welche in Breite der ganzen Mauerstärke auf den Stützen verlegt sind und eine vortreffliche Verankerung bilden. — Die Römer machten den Säulenschaft, wenn er nicht aus einem Stein bestand, sehr oft aus zwei oder drei Stücken (Baalbek), nicht immer aus Trommeln (S. 128, 129); auch ist das Material von Basis und Kapitell oft dasselbe wie im Schaft der Säule. Das Versetzen der einzelnen Schaftteile geschah bei den Römern durchaus nicht immer — wenigstens nicht in Baalbek — mit hohler Lagerfuge; die Säulen des großen (Jupiter-)Tempels daselbst stehen bei 2,22 ^{m} Durchmesser und Teilstücken nicht unter 8 ^{m} lang auf einer äußerst sauber geschliffenen Kreisfläche der Basis (von 3 · 3 · 2,6 ^{m}) vollflächig auf; in derselben sieht man Wolflöcher und Dübel, aber keine Gußkanäle für Bleifüllung der Fuge. In Konstantinopel kenne ich unter Säulen Bleifugen bis zu 7 ^{cm} (Zentimeter!) Stärke. Die um die Fugen der Säulenschäfte gelegten Ringe haben sicher zum Eingießen des Bleies gedient; wenigstens deuten in der Hagia Sofia die an den Ringen an zwei diametral gegenüberliegenden Punkten befindlichen dekorativen Säulchen, welche bis zum oberen Rande mit Blei gefüllt sind, daraufhin, daß sie nur für diesen Zweck angebracht sind. — Daß in den Caracalla-Thermen zu Rom die Cella solearis ein Gewölbe gehabt haben soll (vgl. S. 137), ist sehr unwahrscheinlich. Dafür ist die Außenmauer, besonders mit Rücksicht auf ihre große Höhe, zu schwach, und vor allem hätte ein Gewölbe die Sonne gehindert, das Wasserbecken zu erwärmen, was eben nur durch die Sonne geschehen sollte (daher solearis!). — Ein Vorläufer der Konstantinopeler Kuppeln „auf richtigen Pendentifs“ (vgl. S. 161) findet sich schon in dem römischen Triumphbogen des Galerius zu Saloniki aus der Zeit von 297 bis 305 n. Chr., wahrscheinlich das älteste Beispiel einer Pendentifkuppel überhaupt! — In Baalbek enthält die Treppe zum großen Tempel Stücke von 2,55 ^{m} Länge mit sieben Stufen von 18/35 ^{cm} Steigungsverhältnis (vgl. S. 211).

Vorstehende Berichtigungen, deren wohl noch mehr zu finden sind, hier angeführt zu haben, soll keinen Vorwurf gegen den Verfasser einschließen, sondern ihm vielmehr Anregung geben, die Angaben seines Buches gelegentlich zu prüfen und richtigzustellen, wodurch der hohe Wert desselben nur gewinnen kann. Sein Studium wird durch den vielseitigen Stoff reichlich belohnt und kann bestens empfohlen werden.

Schl.

Körting, Johannes. Heizung und Lüftung. 2. Aufl. Leipzig 1910. Göschen. 2 Bände. Preis geb. à 0,80 M.

Schon der Umstand, daß nach wenigen Jahren eine zweite Auflage des Werkchens erscheinen mußte, läßt den Schluß zu, daß der Verfasser das Richtige getroffen hat. Während der I. Band das Wesen und die Berechnung der Heizungs- und Lüftungsanlagen (mit 31 Figuren) behandelt, beschäftigt sich der II. Band (mit 197 Figuren) mit der Anordnung und Ausführung derselben. Ueberall knapp geschrieben, wie es der verfügbare enge Raum erheischte, behandelt das Werkchen eine große Fülle des bestens ausgewählten und durch Abbildungen reich illustrierten Materials in geradezu musterhafter Weise. Wer sich orientieren will, wird darin ebenso die gewünschte Belehrung finden, wie der Kundige, der einer bestimmten Frage nachgeht. Unser Urteil beim Erscheinen der 1. Auflage kann kaum noch gesteigert werden; das Werk empfiehlt sich von selbst und gehört zu den besten seiner Art.

Schleyer.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Professor W. Schleyer.

Druck von Gebrüder Jänecke, Hannover.

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben
von dem Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.

Schriftleiter: Professor **W. Schleyer,** Geheimer Baurat.

Jahrgang 1911. Heft 6. (Band LVII; Band XVI der neuen Folge.)

Erscheint jährlich in 6 Heften. Jahrespreis 22,60 Mark.

Bauwissenschaftliche Mitteilungen.

Erweiterungs- und Umbau des Stadttheaters in Stettin.

Von Stadtbauingenieur C. Weidmann (Stettin).

Während der theaterfreien Zeit in den Jahren 1905 und 1906 ist ein wesentlicher Erweiterungs- und Umbau des Stadttheaters in Stettin durch den Leiter des städtischen Hochbauwesens, Stadtbaurat Meyer (Schwartau), und den damaligen Stadtbauinspektor Glage ausgeführt worden.

Das Stadttheater wurde 1847/49 nach den Plänen von Langhans für Rechnung der Stettiner Kaufmannschaft erbaut; die Baukosten betrugen 323370 M.

Es liegt frei, rings von öffentlichen Straßen umgeben, und ist auch nach Ausführung des Erweiterungsbaues von allen Nachbargebäuden ca. 20 m weit entfernt (Abb. 1).

Im Jahre 1892 ging das Theater in den Besitz der Stadt über. Das Zuschauerhaus hat bereits im Jahre 1899 einen durchgreifenden Um- und Erweiterungsbau erfahren, für welchen etwa 190000 M. aufgewendet wurden. Es faßt 1000 Zuschauer.

Abb. 1.

Die Einrichtung des alten Bühnenhauses entsprach in mancher Beziehung nicht den in bau- und feuerpolizeilicher Hinsicht billigerweise zu stellenden Forderungen; auch genügten die vorhandenen Garderoben- und Magazinräume sowie der Malersaal den Verhältnissen bei weitem nicht. Der ausgeführte Erweiterungs- und Umbau umfaßt den Neubau eines Magazingebäudes mit Malersaal; die Erweiterung des Bühnenhauses durch eine Hinterbühne mit darüberliegendem Probesaal und anschließenden Nebenräumen sowie die Erneuerung der gesamten Bühneneinrichtung.

Der Erweiterungsbau ist 1905 zur Ausführung gekommen, für die sehr umfangreichen Arbeiten stand nur eine Bauzeit von rd. $4^1/_2$ Monaten zur Verfügung.

Er schließt sich als selbständiges Gebäude an das alte Bühnenhaus an und ist in Wänden, Decken und Treppen massiv hergestellt. Die Anordnung der hauptsächlichen Räume zeigen die Abb. 2 bis 4.

Ueber die Gründung dieses Erweiterungsbaues ist in Heft 1/2, 1907, dieser Zeitschrift schon ausführlicher berichtet. Es sei hier nur kurz angeführt, daß der an der Baustelle für den Erweiterungsbau vorhandene Baugrund — die Baustelle liegt an und über einem alten Festungsgraben — als sehr ungünstig zu bezeichnen ist. Nach den vorgenommenen Bodenuntersuchungen liegt der gewachsene Baugrund, vorwiegend wasserführender lehmiger Sand, auf der nordöstlichen Seite der Baustelle 5 m tief, auf der südwestlichen Seite 15 m tief unter dem Gelände;

bis dahin 2 ÷ 3 m tief Schutt und darunter mooriger Sand. Das alte Bühnenhaus ist auf Brunnen gegründet, ohne daß Risse im Bauwerk vermieden worden wären.

Von einer derartigen tiefen und unter den obwaltenden Verhältnissen auch nicht sichern Gründung mußte schon mit Rücksicht auf die zur Verfügung stehende sehr kurze Bauzeit abgesehen werden. Es wurde daher die Herstellung einer durchgehenden Eisenbetonplatte beschlossen, welche neben dem Vorteil der raschen Ausführung noch den Vorzug der Billigkeit hatte.

Abb. 2 zeigt die Anordnung der 1 m starken Eisenbetonplatte. Die beiden in den Abb. 6 angedeuteten vorhandenen Eisenbetonplatten stellen eine Gründung für früher ausgeführte, jetzt wieder beseitigte kleinere Garderobenbauten dar und sind, um Zeit und Geld zu sparen, nicht entfernt worden; eine nachteilige Wirkung hat sich bisher für die neue Platte dadurch nicht gezeigt.

Um einem stärkern Senken der Betonplatte an der südwestlichen ungünstigern Seite nach Möglichkeit vorzubeugen, ist die Platte nach dieser Seite um 2 m weiter vorgekragt worden als an der nordöstlichen Seite (Abb. 2). Die Fundamentplatte hat somit eine Grundfläche von 950 qm erhalten. Bei gleichmäßiger Druckverteilung beträgt die Pressung des Baugrundes etwa 0,8 kg/qcm. Die Betonarbeiten sind, mit Ausnahme von einem Sonntag, ohne Unterbrechung in sieben Tag- und sieben Nachtschichten ausgeführt worden. Die Baustelle war während der Nacht durch elektrische Bogenlampen genügend erleuchtet. Die Gesamtkosten der fertigen Platte, ausschließlich Erdarbeiten, betragen 18 200 M., davon entfallen 4360 M. auf die Eisenbewehrung; auf 1 qm Gebäudegrundriß bezogen 23,85 M. Bei Beurteilung dieser Kosten ist zu beachten, daß durch die erforderliche sehr beschleunigte Ausführung eine ziemliche Preiserhöhung bedingt war.

Fünf Tage nach Fertigstellung der Fundamentplatte wurde schon mit dem Aufmauern der Umfassungswände für den Erweiterungsbau begonnen. Die gemessene

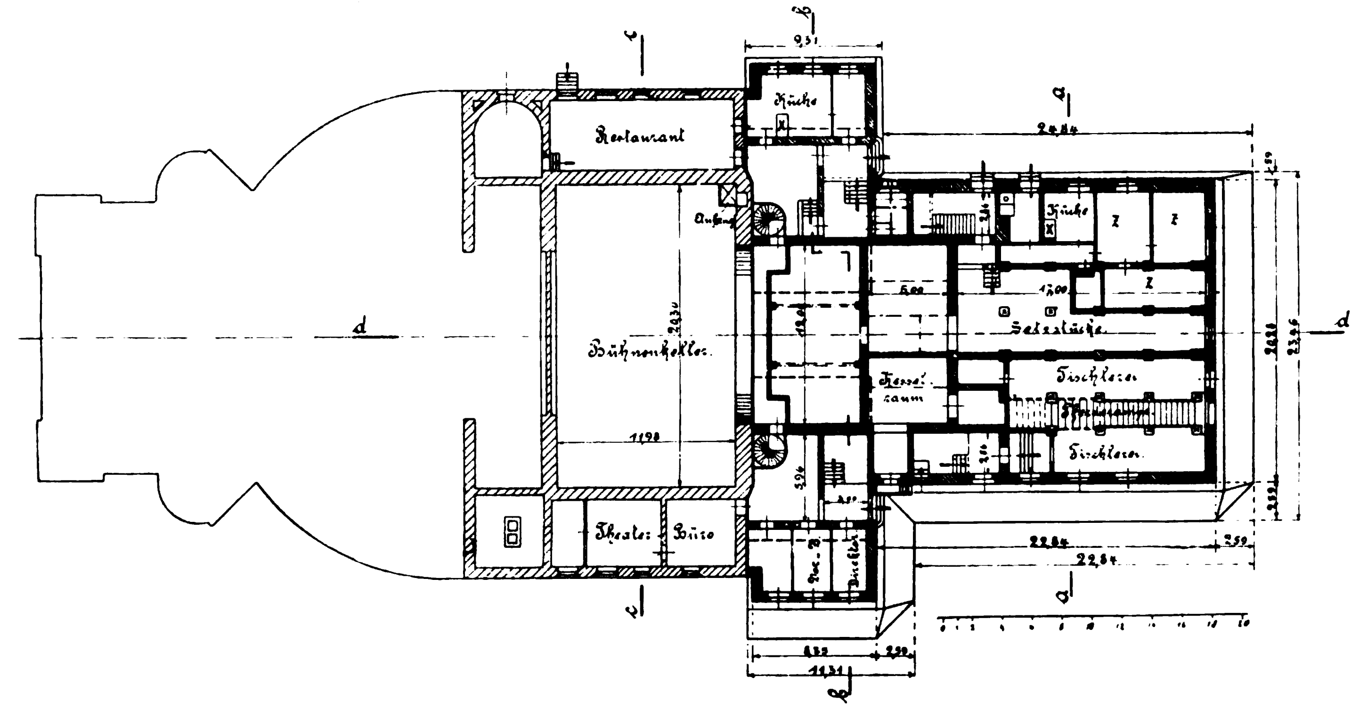


Abb. 2. *Schnitt A-A.*

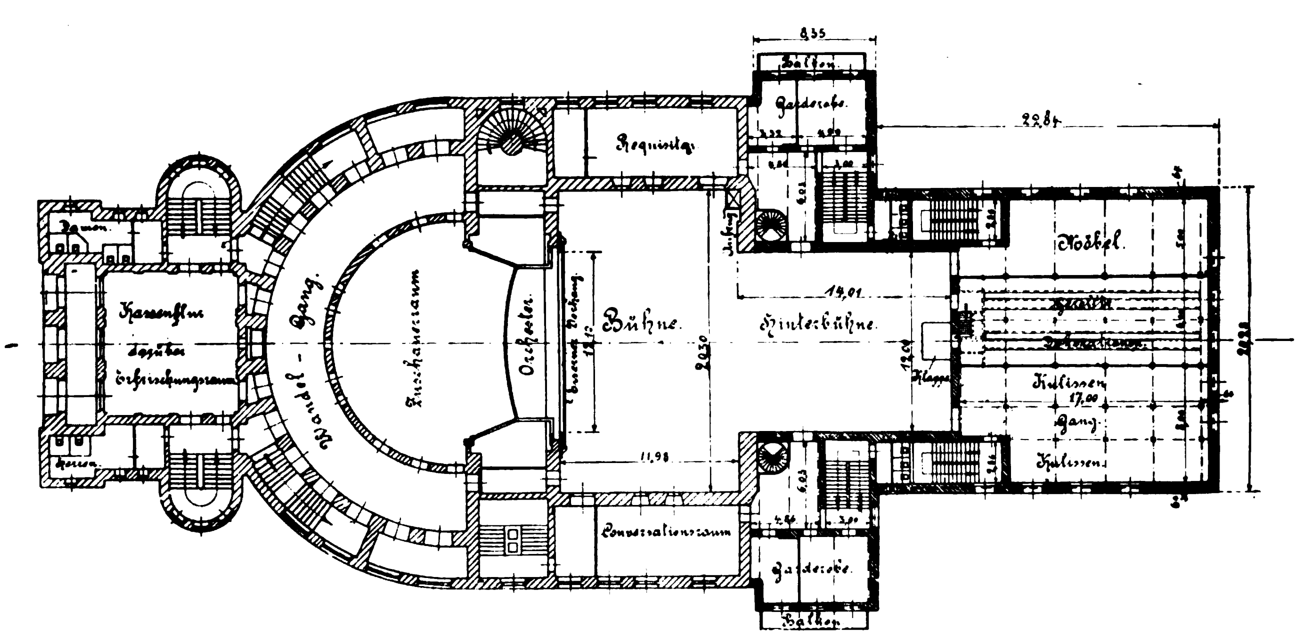


Abb. 3. *Schnitt B-B.*

Senkung des Gebäudes betrug nach einem Jahre im Mittel 8^{cm}. Mit Rücksicht auf die verschiedene Fundierung des alten Bühnenhauses und des Erweiterungsbaues ist eine vom Dach bis zur Fundamentsohle durchgehende Fuge zwischen dem bestehenden und dem neuen Gebäude vorgesehen worden. Um nach Möglichkeit Rissebildungen in dem Erweiterungsbau zu vermeiden, sind zwei wagerechte, in den Umfassungsmauern durchgehende Verankerungen in Höhe des Fußbodens des Erdgeschosses und des II. Obergeschosses vorgesehen. Diese Verankerungen aus Flacheisen sind an alle in diesen Höhen liegenden Deckenträger angeschlossen und an den Mauerecken mit kräftigen Aussteifungen und Splinten versehen.

Im Magazingebäude sind die Zwischenkonstruktionen und die Deckenträger an Stützen aus ⊐⊏-Eisen, welche von der Fundamentplatte bis zu dem Fußboden des Malersaales durchgehen, angeschlossen. Die Binder und Pfetten über dem Malersaal sind in Eisen konstruiert. Die Holzsparren sind unten geschalt, gerohrt und geputzt. Das Dach ist mit Pappe gedeckt.

Ein genügend langer, 6^{m} über dem Fußboden an der Dachkonstruktion aufgehängter Laufsteg soll dem Theatermaler eine bessere Uebersicht über die auf dem Fußboden aufgespannten oder seitlich aufgehängten Gar-

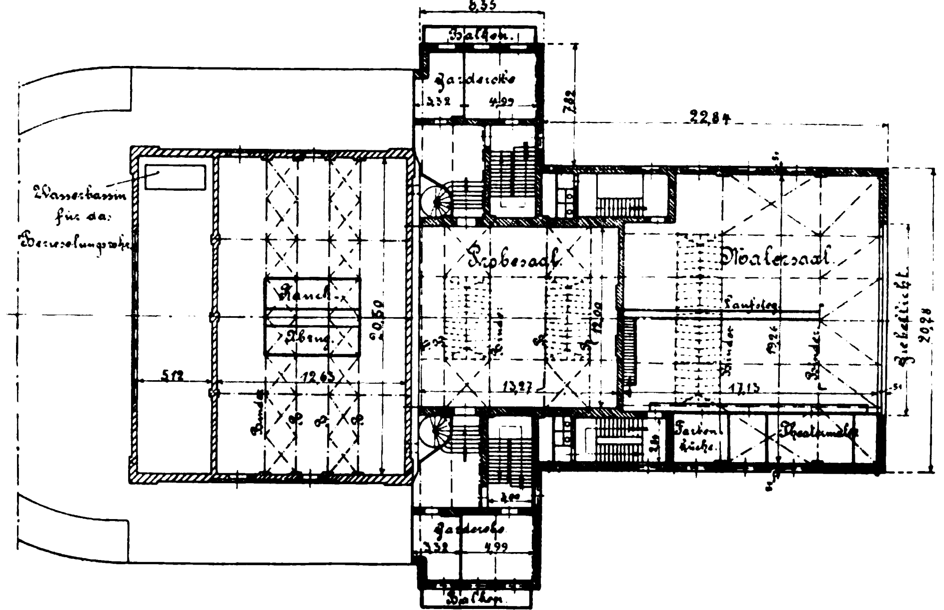


Abb. 4. *Schnitt C-C.*

dinen ermöglichen. Unter dem Malersaal enthält das Gebäude im I. und II. Geschoß in der Mitte das Magazin für gerollte Gardinen, auf der einen Seite das Kulissenmagazin, auf der andern Seite, in zwei Geschossen getrennt, Räume für Möbel, Waffen und Bühnengerätschaften.

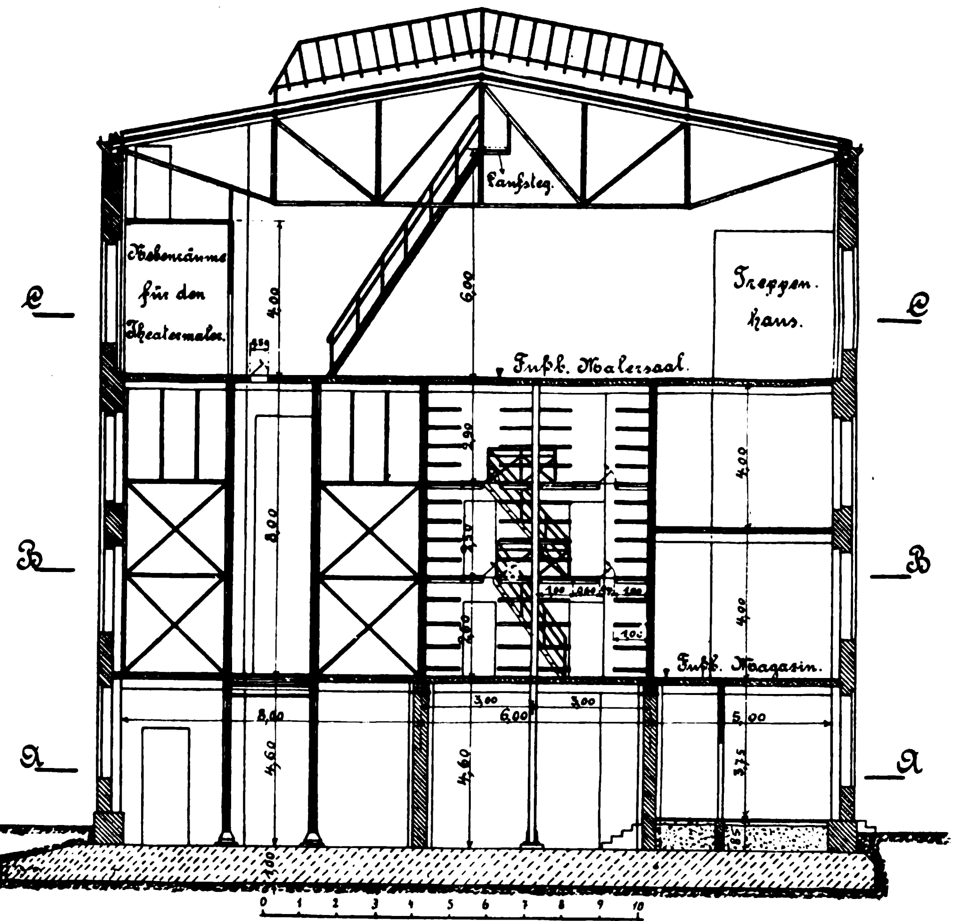


Abb. 5. *Querschnitt a-a.*

Das 8^{m} hohe Magazin für gerollte Gardinen ist durch begehbare Riffelblechböden in drei Geschosse geteilt, welche durch Treppen untereinander verbunden sind. (Abb. 5.)

Die durch den Theaterbetrieb bedingte möglichst bequeme Verbindung der Bühne mit den Magazinräumen, der Magazinräume unter sich und mit der Tischlerei und dem Malersaal wird durch schmale Schlitze in den Fußböden der Zwischengeschosse des Gardinenmagazins und dem Fußboden des Malersaales bewirkt. Die $14{,}5^{m}$ langen Schlitze sind durch Klappen aus Riffelblech geschlossen.

Um möglichst Beschädigungen der Gardinen zu vermeiden, sind über den Konsolen aus $\text{L}\ ^{100}/_{50} \cdot 8^{mm}$ und ⅂⅃ Fl. E. $^{200}/_{8}$ mit 2 $\text{L}\ ^{50}/_{50}$ 5 besondere Lattenroste angeordnet, auf die die Gardinen gelagert werden.

Unter den Magazinräumen im Erdgeschoß ist in der Hauptsache die Tischlerei und die Kastellanwohnung untergebracht. (Abb. 2.)

Der Malersaal wird durch Seiten- und Oberlicht belichtet. Das im Giebel angeordnete große Fenster hat doppelte Verglasung erhalten. Der Fußboden, auf welchen die Leinwand gespannt wird, ist aus Holz. Die für den Theatermaler erforderlichen Nebenräume sind in besondere Einbauten im Malersaal untergebracht.

Die Kastellanwohnung ist durch massive Wände und Decken ohne Oeffnungen von allen übrigen Räumen abgeschlossen.

In der Tischlerei ist eine sogenannte Pferderampe eingebaut, durch die eine Verbindung der Bühne mit der Straße hergestellt ist zur Beförderung größerer Gegen-

stände, Tiere usw. zur Bühne und zurück. Auch in feuersicherheitlicher Hinsicht ist die Rampe vorteilhaft. Der Teil des Fußbodens im Kulissenraum über der Rampe ist aufnehmbar aus allseitig mit Eisenblech beschlagenen Holztafeln hergestellt worden. Damit der Raum für die Tischlerei ohne wesentliche Störung durch die Rampe ausgenutzt werden kann, ist der untere 6,4 m lange Teil der Rampe zum Hochziehen eingerichtet worden. (Abb. 2.) Das Magazingebäude sowie auch das erweiterte Bühnenhaus haben je zwei massive Treppen aus Kunststeinstufen mit Eiseneinlagen auf eisernen Trägern erhalten. Im

gute Aussteifung der Gebäudewände erzielt; die Räume konnten vorläufig dicht mit Brettern abgedeckt und so die Maurer- und Betonarbeiten unbehindert gleichzeitig ausgeführt werden. Die Deckenschalung wurde in einfacher Weise an die Trägerflansche befestigt, wesentliche Absteifungen waren nicht erforderlich.

Durch die Verwendung der I-Träger als Eiseneinlagen ist besonders bei der Decke über der Hinterbühne die Ausführung der Schalung wesentlich vereinfacht worden. Die Decke liegt 14 m über der Fundamentplatte, eine Zwischenkonstruktion war nicht vorhanden.

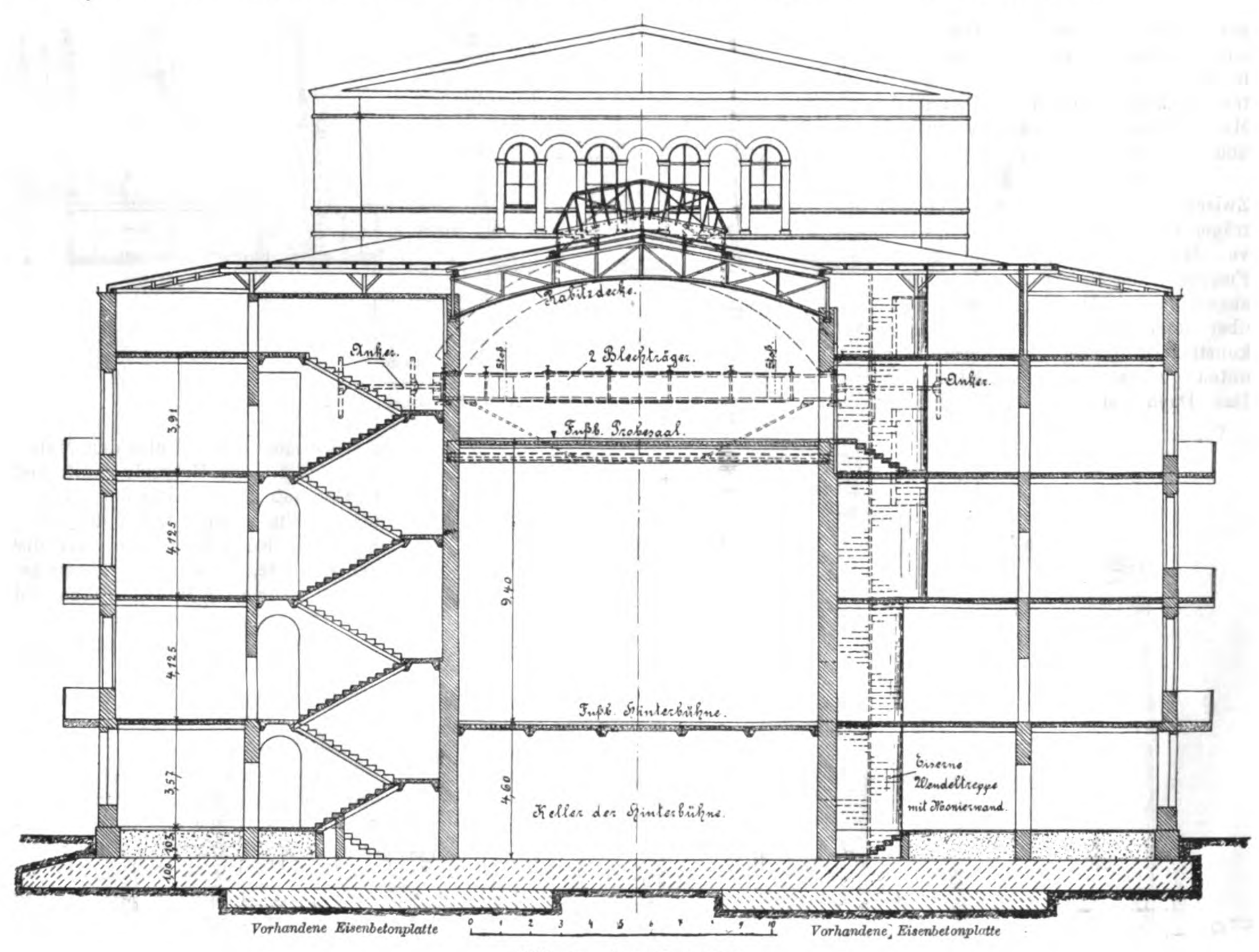


Abb. 6. *Querschnitt b-b.*

Bühnenhaus sind die eisernen Treppenträger glutsicher ummantelt. Die Auftrittflächen der Stufen sind mit Linoleumbelag versehen.

Die Zugänge zu den Treppenhäusern sind durch rauch- und feuersichere Türen geschlossen. Für die Bühnenarbeiter sind zwei mit Monierwänden umschlossene eiserne Wendeltreppen vorgesehen worden.

Die Dachbinder und Pfetten über dem Probesaal sind in Eisen konstruiert worden. Der Probesaal ist in Höhe der Binderuntergurte durch eine gewölbte Rabitzdecke abgeschlossen und hat Oberlichtbeleuchtung. (Abb. 6.)

Sämtliche Decken der Erweiterungsbauten sind als Massivdecken aus Eisenbeton, Plattenbalken mit biegungsfesten Eiseneinlagen (I-Eisen) konstruiert. Die Einlage von I-Eisen war in dem vorliegenden Falle trotz der notwendigen Mehraufwendung an Eisen gegenüber der sonst üblichen Bewehrung aus Rundeisen wegen der unter den obwaltenden Verhältnissen notwendigen beschleunigten Bauausführung besonders vorteilhaft. Es wurde dadurch eine

Zur Unterstützung der Träger genügte ein senkrecht dazu angeordneter provisorisch eingebauter Fachwerkträger, welcher auf den Umfassungsmauern aufgelagert wurde. Die Schalung wurde mittels Hängeeisen an die verwendeten Differdinger Träger angehängt.

Um die Hellhörigkeit bei dieser großen Decke möglichst herabzumindern, sind alle Auflager- und Berührungsflächen der Plattenbalken mit dem Mauerwerk der Umfassungswände durch Gewebebauplatten oder Korkplatten getrennt worden. Die Unterflächen der Decken über den Magazinräumen und der Hinterbühne sind nicht geputzt worden. Um eine möglichst glatte Unterfläche bei diesen Decken zu erzielen, wurde die Schalung mit Rohpappe belegt.

Die Erweiterung des Bühnenhauses machte in der hintern Abschlußwand des alten Bühnenhauses einen Durchbruch von 12 m lichter Weite notwendig, um die erforderliche Oeffnung zu der Hinterbühne zu schaffen. In dieser 1 m starken Abschlußwand ist ein gemauerter Bogen, ent-

sprechend einem Bogen über der Bühnenöffnung in der vordern Abschlußwand, vorhanden. (Abb. 6 und 7.) Das Vorhandensein dieses Bogens läßt darauf schließen, daß beim Bau des Theaters an einen Durchbruch der hintern Abschlußwand zwecks Vergrößerung der Bühne gedacht worden ist. Die statische Untersuchung ergab die genügende Tragfähigkeit des Bogens für die darüberstehende Mauer; es war somit nur notwendig, das nach dem Durchbruch unter dem Bogen verbleibende Mauerwerk durch eine geeignete Trägerkonstruktion aufzunehmen und für eine sorgfältige Verankerung des Bogens zu sorgen.

Die Trägerkonstruktion ist aus letzterm Grunde unmittelbar unter den Widerlagern des Bogens angeordnet und als Verankerung ausgebildet worden. (Abb. 6.) Die große Stützweite machte für diese Belastung zwei Blechträger von 85 cm Höhe mit Gurtwinkel $^{100}/_{100}$ 10 mm und je zwei Lamellen $^{210}/_{10}$ mm erforderlich.

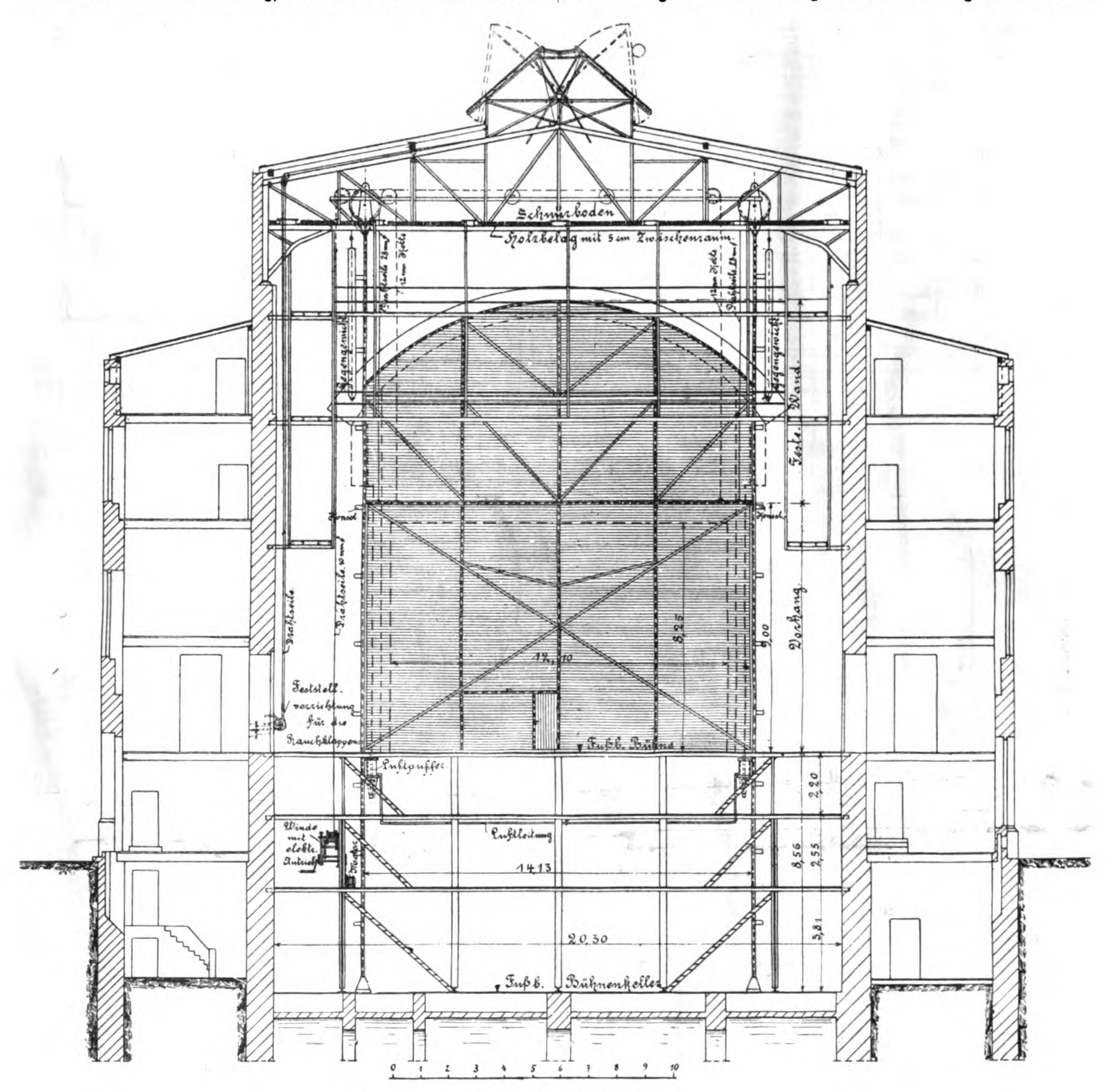


Abb. 7. *Querschnitt c-c.*

Bevor mit dem Einbauen der Träger begonnen wurde, ist das alte Mauerwerk an den Stellen, welche für die Trägerauflager in Frage kamen, auf je 1 m Breite bis zum Fundament ausgebrochen, und in Verbindung mit dem alten Mauerwerk sind Pfeiler aus bestem Ziegelmauerwerk in Zementmörtel hochgeführt worden.

Damit sich durch die veränderte Lastübertragung auf den Baugrund keine unangenehmen Wirkungen bemerkbar machen sollten, sind durch große Abschrägungen des neuen Mauerwerks im Bühnenkeller breite Uebertragungsflächen vorgesehen worden.

Die Träger mit anschließenden Ankern aus ⊏-Eisen N. P. 18 wurden dann in je drei Teilen sorgfältig eingebaut, untereinander verbunden und ausgemauert und ausbetoniert. Nach genügender Erhärtung des neuen Mauerwerks ist langsam mit dem Durchbruch der großen Oeffnung begonnen worden.

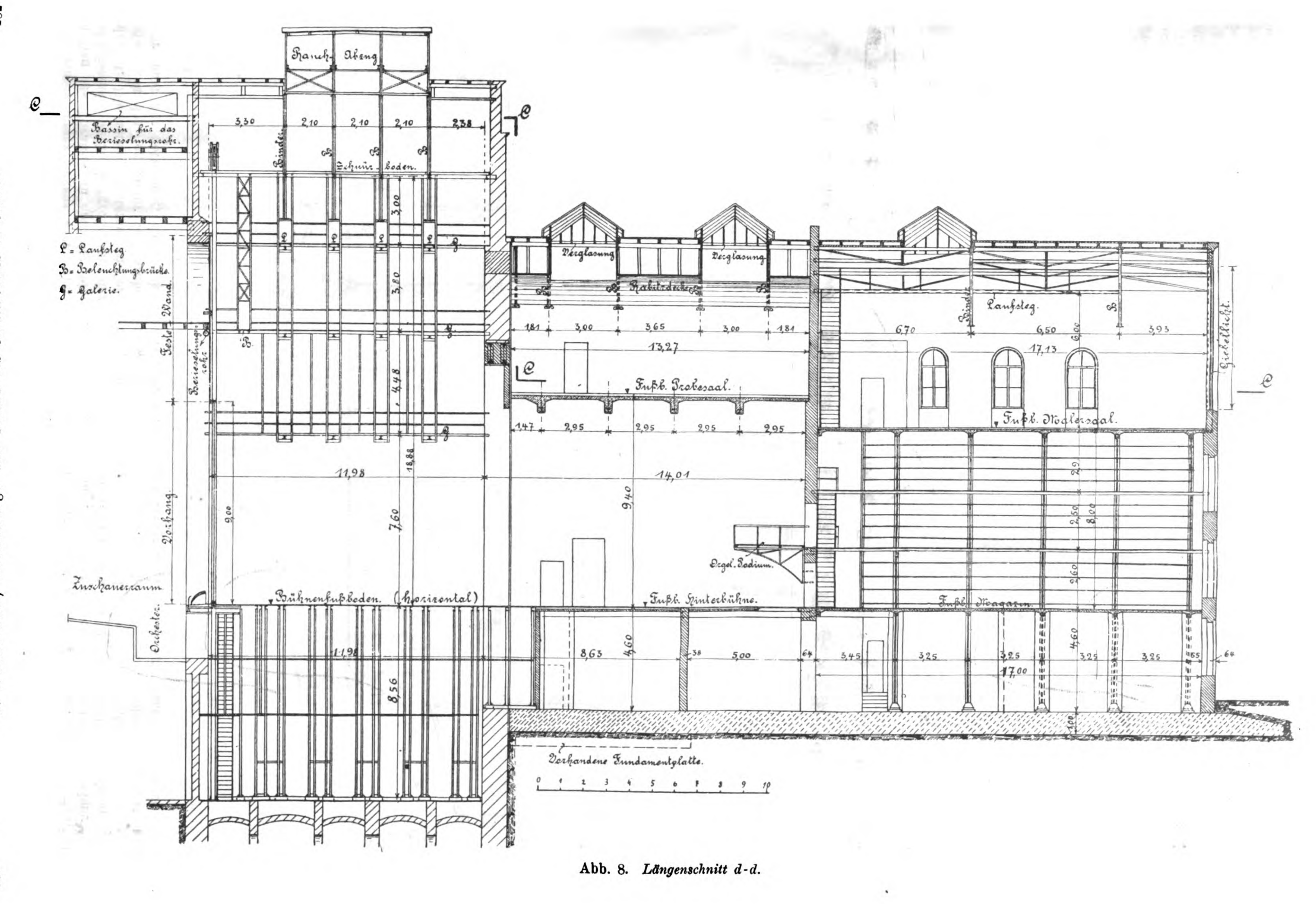


Abb. 8. *Längenschnitt d-d.*

Die infolge der Anordnung der Träger unter den Bogenwiderlagern zwischen Fußboden, Probesaal und Trägerunterfläche verbleibende Oeffnung ist durch eine angehängte 25 ^{cm} starke Wand aus porigen Steinen geschlossen worden.

Die Balkone vor den Garderobenräumen über dem Erd-, I. und II. Obergeschoß sind auf Anordnung der zuständigen Behörde aus Gründen der Feuersicherheit zur Ausführung gekommen. Untereinander sind die Balkone durch Steigeleitern verbunden.

Das erweiterte Bühnenhaus hat eine selbständige Niederdruckdampfheizung erhalten, welche auch die Tischlerei und den Malersaal mit seinen Nebenräumen zu heizen hat.

Der Umbau des Bühnenhauses ist 1906 ausgeführt worden. Für diese sehr umfangreichen und bei dem sehr beschränkten Arbeitsraum auch schwierigen Arbeiten stand nur eine Bauzeit von fünf Monaten zur Verfügung.

Die in dem alten Bühnenhause vorhandene hölzerne feste und bewegliche Unter- und Obermaschinerie sowie alle Galerien, die hölzernen Dachbinder und der eiserne Vorhang sind beseitigt worden und durch neue, mit Ausnahme des hölzernen Bühnenpodiums und des Schnürbodenbelages, ganz in Eisen konstruierte Anlagen ersetzt worden.

Von dem alten Bühnenhaus sind also nur die Umfassungswände und die Dachhaut mit den Holzpfetten bestehen geblieben.

Bei der Beseitigung der alten Einrichtungen mußte, um Unglücksfälle zu verhüten, mit ganz besonderer Vorsicht vorgegangen werden.

Nach Beseitigung des alten Schnürbodens usw. ist 15 ^{m} über dem Fußboden des Bühnenkellers über die ganze Fläche der Vorderbühne ein dicht abgedecktes Schutzgerüst mit herausnehmbaren Feldern eingebaut worden, welches, solange die alten Holzbinder noch vorhanden waren, an diese und vor ihrer Beseitigung an die inzwischen aufgestellten eisernen Dachbinder aufgehängt worden ist; wodurch es möglich war, daß unter und über dem Schutzgerüst ohne Gefahr gearbeitet werden konnte. Der Raum unter dem Schutzgerüst wurde, soweit erforderlich, durch elektrische Lampen beleuchtet. Das Schutzgerüst war so konstruiert, daß es als Arbeitsbühne benutzt werden konnte.

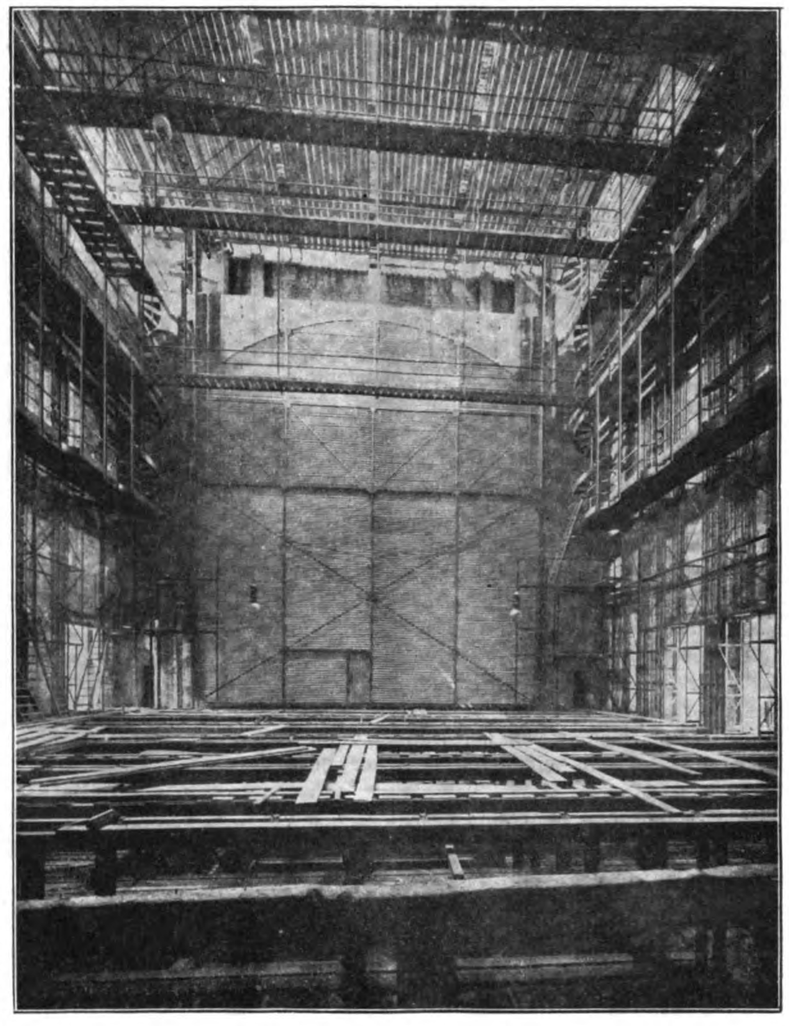


Abb. 9. *Bühnenhaus nach dem teilweise vollendeten Umbau.*

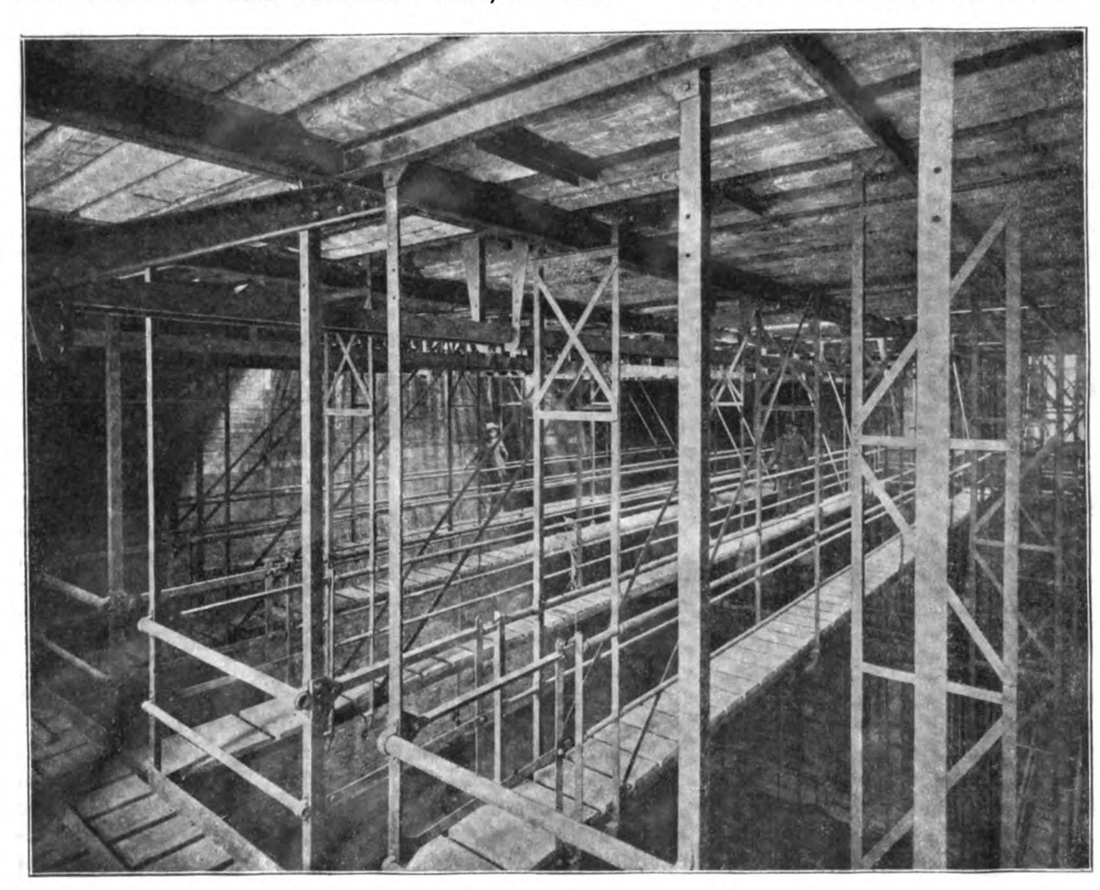


Abb. 10. *Galerie und Laufstege unter dem Schnürboden.*

Die Abmessungen des Bühnenhauses zeigen die Abb. 3, 7 und 8. Die Abb. 9 und 10 zeigen das Bühnenhaus nach teilweise vollendetem Umbau.

Die neue Bühne hat im Gegensatz zu der alten Bühne ein **horizontales** Podium erhalten.

An Stelle des alten zweiteiligen eisernen Vorhanges ist ein einteiliger nach oben aufsteigender eiserner Vorhang eingebaut worden.

Die Konstruktion des neuen Vorhanges ist für einen Ueberdruck infolge von Temperaturunterschieden vor und hinter dem Vorhang von 50 $^{kg}/_{qm}$ so bemessen worden, daß bei diesem Ueberdruck bleibende Durchbiegungen nicht eintreten können. Die Anordnung der Konstruktion zeigen die Abb. 7 und 9. Die Felder sind mit Wellblechprofil 100 × 40 × 1 ^{mm} ausgefüllt. Das Gewicht des eigentlichen Vorhangs beträgt rd. 4300 ^{kg}. Zur Erzielung des Vorhangfalles ist sein Gewicht nur bis 90 % durch Gegengewichte ausgeglichen; die Aufzugsvorrichtungen sind jedoch für 20 % Vorhangsgewicht berechnet.

Der Vorhang wird seitlich in I N. P. 18 geführt, die durch geeignete Konsolen mit dem Mauerwerk verbunden sind, und ist seitlich, unten und oben rauchsicher abgeschlossen.

Der Vorhang wird durch eine Winde mit elektrischer Kraft bewegt, eine Kurbel für Handbetrieb ist ebenfalls vorgesehen.

Das Herablassen des Vorhangs dauert rd. ½ Minute, das Hochziehen 2 Minuten.

Zur Aufnahme des Stoßes beim Herablassen des Vorhangs sind in Höhe des Bühnenfußbodens zwei Luftpuffer vorgesehen. (Abb. 7.)

Die Auslösung der Bewegungsvorrichtung des Vorhangs kann von zwei gesicherten Stellen aus, einmal von der Bühne, dann vom Sperrsitz aus mit einem Griff sicher bewirkt werden.

Die Oeffnung über dem geschlossenen Vorhange bis zur Unterfläche des vorhandenen Bogens ist durch eine feste Wellblechwand abgeschlossen worden.

Von einem besondern Schutz des Vorhangs durch Asbestleinwand oder dgl. ist abgesehen worden. Ebenso ist auf die kostspielige Anlage einer in ihrer Wirkung nicht immer sichern Regenvorrichtung verzichtet worden. Dafür ist aber über dem Vorhang auf der Zuschauerseite ein mit einer großen Anzahl Löcher versehenes Berieselungsrohr von 10 ^{cm} Durchmesser und 14 ^{m} Länge angeordnet worden, das es ermöglicht, im Falle eines Brandes einen starken Wasserschleier zwischen Vorhang und Zuschauerhaus herzustellen. Das Rohr ist an die Wasserleitung angeschlossen. Außerdem ist in Höhe des Schnürbodens ein ca. 6 ^{cbm} fassender Wasserbehälter aufgestellt, welcher dazu dienen soll, im ersten Augenblick die schnelle Füllung des Berieselungsrohres mit zu bewirken und auch im Falle des Versagens der Wasserleitung wenigstens eine Zeitlang eine Berieselung zu ermöglichen.

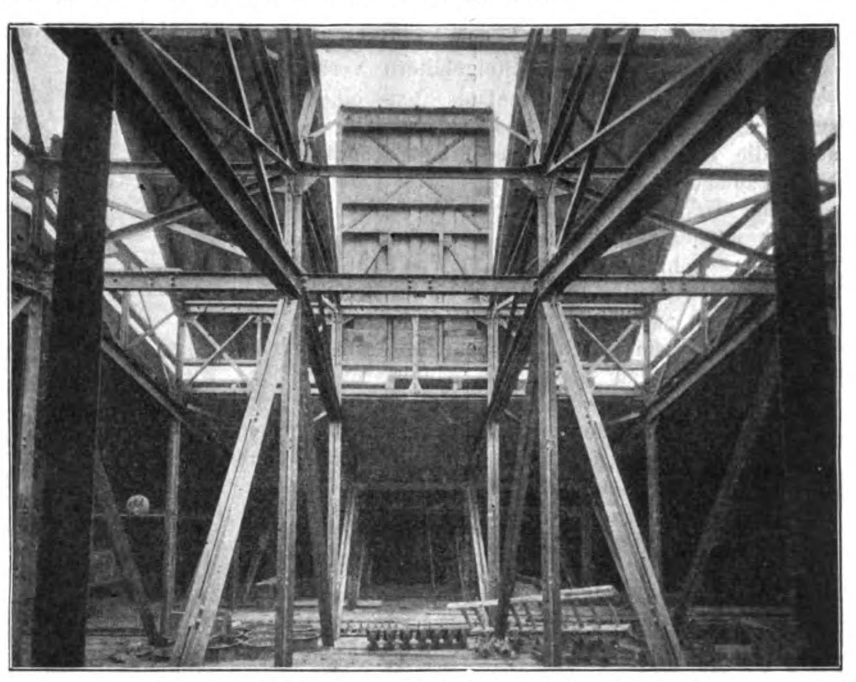


Abb. 11. *Eiserne Dachkonstruktion mit Rauchklappen.*

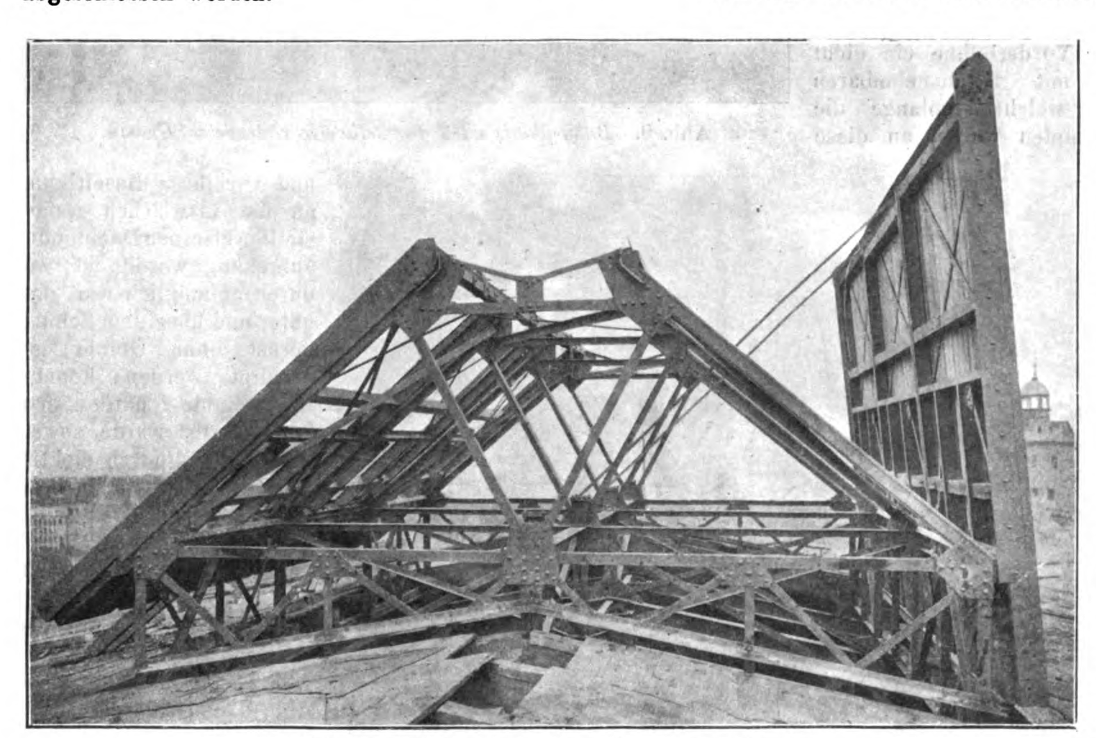


Abb. 12. *Dachaufbau mit geöffneten Rauchklappen.*

Zur Vermittlung der Verbindung der Bühne mit der Ober- und Untermaschinerie ist ein elektrisch betriebener Aufzug vorgesehen worden. Mit den Unterbühnen im Bühnenkeller ist die Bühne noch durch eiserne Treppen verbunden. (Abb. 7.) Auf einen tunlichst großen Rauchabzug im Dach des Bühnenhauses ist besonders Wert gelegt. Die ausgeführte Konstruktion des Dachaufbaues mit den Rauchklappen und der Momentauslösung zeigen die Abb. 11, 12, 13. Die Oeffnung im Dach beträgt etwa 32 ^{qm}; 13 % der Bühnengrundfläche. Die Neigung der mit Zinkblech auf Holzschalung eingedeckten Klappen im geschlossenen Zustande ist so gewählt worden, daß der Schnee nicht darauf liegen bleiben kann. Um bei dieser Neigung keine zu großen Klappen zu erhalten und eine gute Abdichtung im First zu erzielen, ist der Aufbau oben abgestumpft und dieser Teil als flache Rinne ausgebildet worden. Jede der sechs Klappen hat mit ihrem überstehenden Teile eine Fläche von 7,23 ^{qm}. Das Aufliegen der Klappen nach Auslösung des Hebels der Momentauslösung, welches mit einer Hand leicht ausgeführt werden kann, wird durch das in den überstehenden Teilen der Klappen vorhandene Uebergewicht bewirkt.

Nach Auslösung des Hebels dreht sich die Rolle infolge der Spannkraft in den Drahtseilen langsam im Sinne des eingetragenen Pfeiles, die Oesen an den Seilen heben sich selbsttätig von den Stiften der Rolle ab, und die sechs Klappen fliegen hoch. Die Auslösung des Hebels kann von zwei Stellen aus, einmal von der Bühne und dann von dem Konversationsraum aus bewirkt werden.

Die Rolle M (Abb. 13) sitzt fest auf der Achse. Die für das mittlere Klappenpaar bestimmte mittlere Rille der Rolle hat einen größeren Durchmesser erhalten, damit sich dieses Klappenpaar nach dem Auslösen zuerst soweit öffnet, daß die an den mittleren Klappen befestigten Abdichtungen beim Auffliegen durch die seitlichen Klappen nicht beschädigt werden können.

Das Rad T, mit Schlitze für einen Hebel, dient zum feststellen der Klappen.

Die einzelnen Klappen sind durch kleinere Gewichte so im Gleichgewicht gehalten, daß Erschütterungen beim Auffliegen der Klappen nicht bemerkbar sind. Gleichzeitig ist hierdurch erreicht, daß ein Arbeiter ein Klappenpaar vom Bühnenfußboden aus bequem zuziehen und festlegen kann. Für die Endstellung der Klappen sind Hubbegrenzer vorgesehen, welche die doch wohl auftretenden kleinen Erschütterungen auf die Queraussteifungen des Aufbaues übertragen. Die Klappen arbeiten schnell und sicher, nachteilige Wirkungen haben sich bisher nicht gezeigt. Die Drahtseile können durch Spannschlösser nachgespannt werden.

Die zulässigen Oeffnungen in den Bühnenhausumfassungswänden sind mit rauch- und feuersicheren, nach außen aufschlagenden Türen versehen worden.

Alle Räume haben elektrische Beleuchtung erhalten. Trotz der sehr umfangreichen Arbeiten bei der verhältnismäßig sehr kurzen Bauzeit war es bei dem Erweiterungsbau und auch bei dem Umbau des Bühnenhauses möglich, das Theater rechtzeitig zur festgesetzten Zeit zur Benutzung zu übergeben.

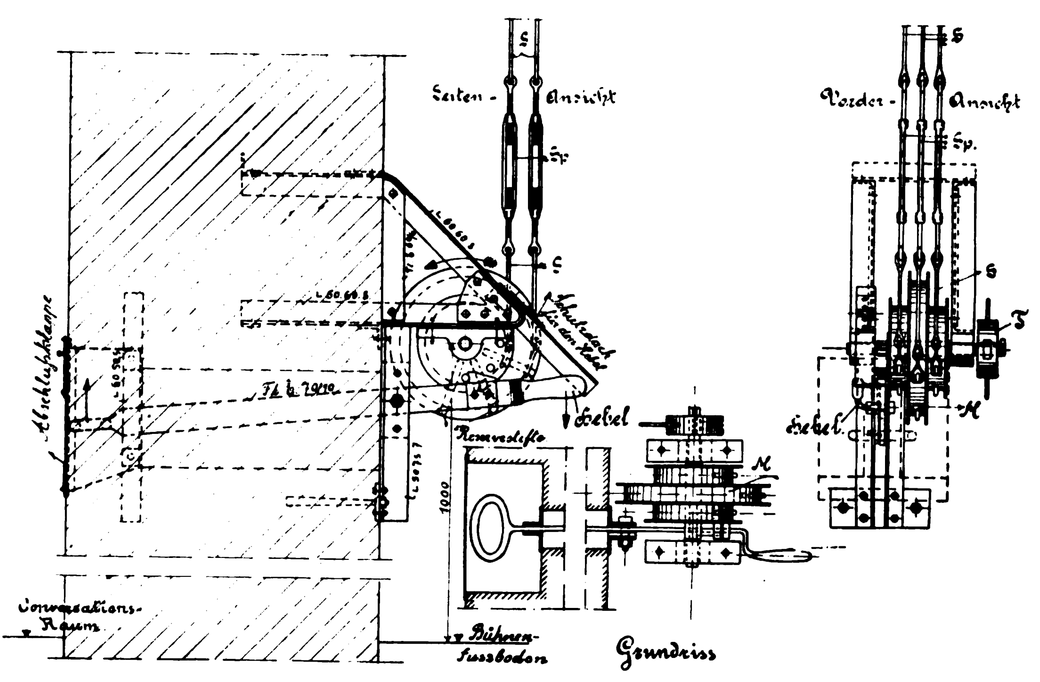


Abb. 13. *Momentauslösung der Rauchklappen.*

Die Gesamtkosten für den Erweiterungs- und Umbau einschließlich der neuen Beleuchtungsanlage betragen 472 580 M.

Die neue Bühneneinrichtung ist nach dem Entwurf und unter der Oberleitung des Betriebsinspektors Albert Rosenberg, Köln, ausgeführt worden.

Mit der Bearbeitung und Ausführung der Eisen- und Eisenbetonkonstruktionen war von der Hochbaudeputation der Verfasser betraut.

Verankerung einer Hamburger Kaimauer.

Von Dipl.-Ing. Schätzler, Baumeister der Baudeputation zu Hamburg.

Die vor 22 Jahren fertiggestellte Kaimauer am Versmannkai zeigte vor kurzer Zeit plötzlich auf eine Länge von etwa 210 m Veränderungen, die es als notwendig erscheinen ließen, sie durch schleunige Maßnahmen vor der Zerstörung zu bewahren.

Da man in der Lage ist, mit den aus diesem Anlaß gemachten Erfahrungen die für den Entwurf von Kaimauern geltenden Grundsätze zu beleuchten und da sich dabei auch Neues ergibt, so sollen im folgenden über die Beobachtung und Untersuchung der Kaimauer, über die vermutliche Ursache des Versagens des Bauwerks und endlich über die getroffenen Maßnahmen und ihre Wirkung nähere Mitteilungen gemacht werden.

I. Beobachtungen und Untersuchungen der Kaimauer.

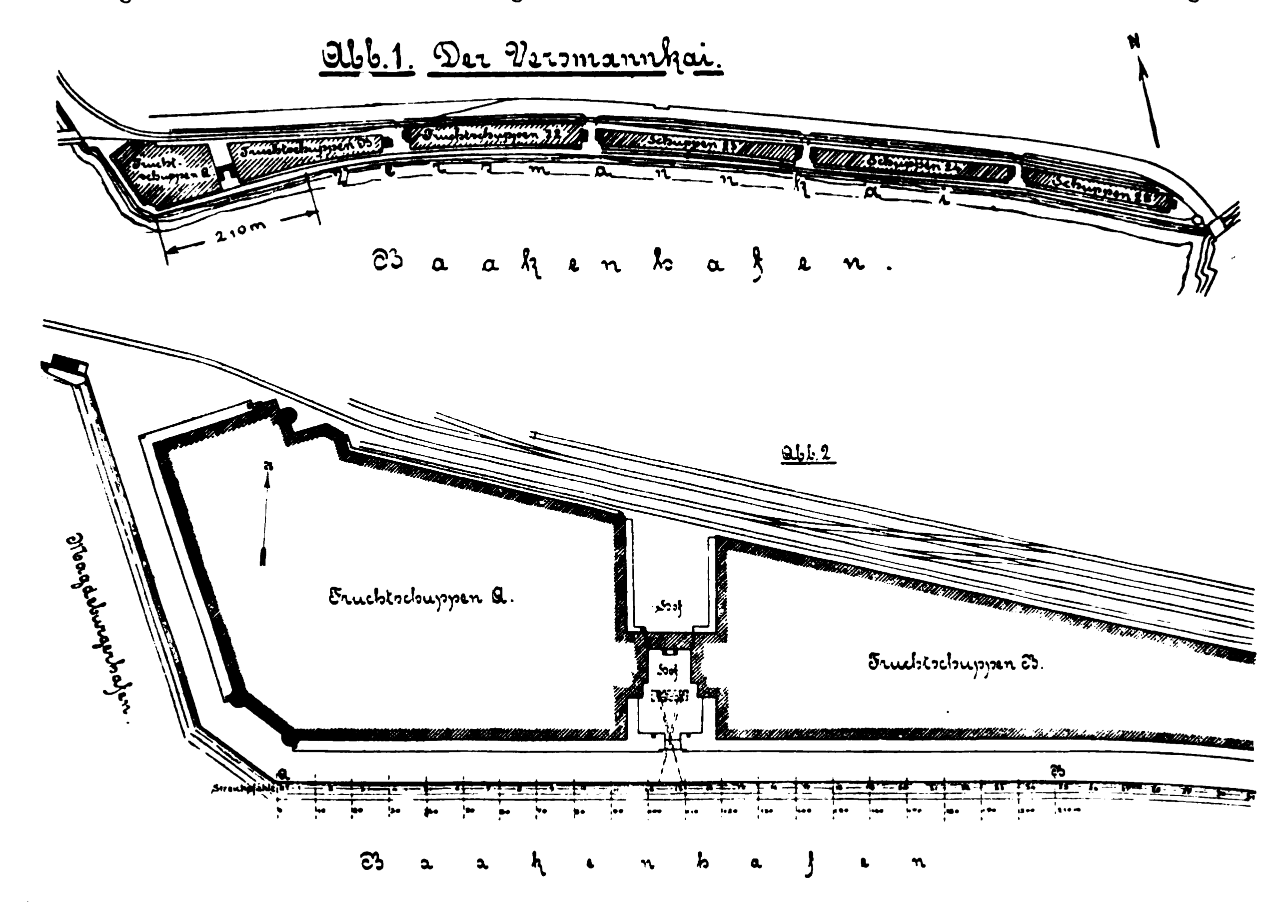
Die Abbildungen 1 und 2 zeigen die örtliche Lage. Aus den Abbildungen 3, 4, 5 und 6 sind die Einzelheiten der Kaimauer zu erkennen. Bemerkenswert ist der Umstand, daß die Standsicherheit des Mauerkörpers durch Zuhilfenahme einer auf Gewölben ruhenden Erdauflast erreicht wird. Diese Gewölbe stützen sich auf Pfeiler, die in Abständen von je 8,6 m (von Mitte zu Mitte gemessen) an der Hinterfläche der Kaimauer 1,3 m weit zurückspringen und von + 3,65 m bis auf + 5,40 m reichen, also 1,75 m hoch sind; in der Längenausdehnung der Kaimauer beträgt die Stärke der Pfeiler 3,3 m. Die Pfeiler sind mit der durchlaufenden Mauer im Verband

gemauert. Die Gewölbe sind zwei Stein stark und bis zur Höhe der Pfeiler übermauert.

Die hinter der Kaimauer befindliche gepflasterte Fahrstraße zeigte immer wiederkehrende Versackungen, sowohl der ganzen Straßenoberfläche als auch einzelner Stellen. Die Ursache dieses ungewöhnlichen Verhaltens vermutete man anfänglich in einer undichten Ausführung des in der Kaistraße liegenden, erst im Jahre 1907 neu verlegten Tonrohrsieles. Allein, mit der Sondierstange vorgenommene Untersuchungen des Untergrundes zeigten, daß der Boden beiderseits vom Siel derart fest war, daß die Stange nur etwa bis zur Tiefe des Siels hinabgestoßen werden konnte. Dahingegen wurde festgestellt, daß über dem Gewölbe der Kaimauer der Boden lose war. Eine Aufgrabung hinter der Kaimauer zeigte, daß die Uebermauerung des Gewölbes, deren beide oberste Schichten mit der durchgehenden Kaimauer in Verband gemauert

Geraden hätten liegen müssen. Die Gerade AB wurde sodann durch einen bei A aufgestellten Theodoliten festgelegt; auf sie sind die übrigen Punkte eingemessen worden. Dabei ergab sich der in der Abb. 7 in kräftigen Strichen ausgezogene Linienzug. Diese Messung ist zu verschiedenen Zeiten wiederholt worden. Es hat sich dabei eine andauernde Bewegung der Mauer erkennen lassen. Der Verlauf der verschobenen Kaimauerflucht erinnert an die elastische Linie des beiderseits eingespannten Balkens. Die Einspannung ist hier an beiden Enden durch die durchlaufende Mauer, die ein Einspannungsmoment aufnehmen kann, gegeben.

Die Abb. 8 stellt die Bewegungen der Kaimauer in lotrechter Richtung dar. Um diese zu bestimmen, sind die Höhen der durch Marken auf der Deckplatte festgelegten Punkte wiederholt bestimmt worden. Die Abbildung zeigt, daß ein Heben der Mauer bis zu 10 cm stattgefunden hat.



waren, einen klaffenden Riß hatte und daß auch die mit der Mauer in Verband ausgeführten Pfeiler abgerissen waren. Dieser Befund ließ Zweifel an der Standsicherheit der Kaimauer aufkommen. Um etwaige Bewegungen feststellen zu können, sind verschiedene Messungen wiederholt vorgenommen worden, deren Ergebnisse, der Uebersichtlichkeit halber nur teilweise, in den Abbildungen 7, 8 und 9 dargestellt sind.

Abb. 7 zeigt die Abweichungen der Mauer von der ursprünglichen Flucht, also die Verschiebungen in wagerechtem Sinne. Bei diesen Messungen ist folgendermaßen verfahren worden: Die mit A und B (siehe Lageplan Abb. 2) bezeichneten Stellen sind — A wegen der steifen Ecke der Kaimauer, B wegen des daran anschließenden gekrümmten Teiles der Mauer — als unbeweglich fest (eingespannt) angenommen worden. Die Richtigkeit dieser Annahme hat eine später vorgenommene genauere Messung bestätigt. Dann sind bei A und B und dazwischen in Abständen von 10 zu 10 m auf der Kaimauerdeckplatte Punkte durch Marken festgelegt worden, die nach der zeichnungsmäßigen Ausführung des Bauwerks in einer

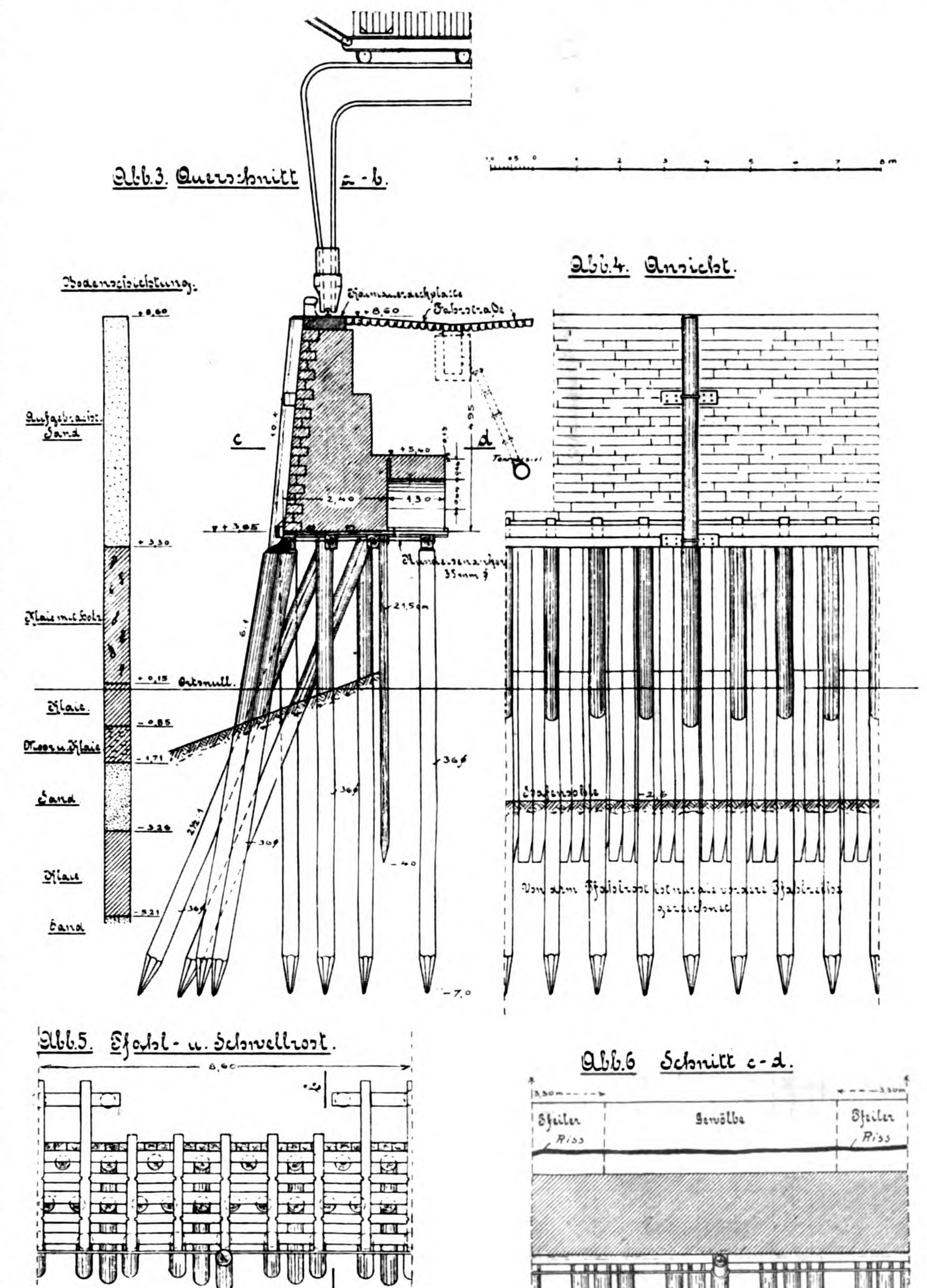
Außer diesen Parallelverschiebungen hat die Mauer auch Drehbewegungen ausgeführt, die in der Abb. 9 dargestellt sind. Diese sind in der Art ermittelt worden, daß an der Wasserseite an den verschiedenen Stellen der jeweils vorhandene Anlauf der Mauer, der 49,5 cm zeichnungsmäßig hätte sein sollen, gemessen worden ist.

Aus den Abbildungen ist zu erkennen, daß der Anlauf an den verschiedenen Meßstellen ständigen Veränderungen unterworfen war und daß seine Größe bald zu- bald abnahm. Hieraus läßt sich für den Bewegungsvorgang schließen, daß nach einer Drehung um die vordere Unterkante und dem dadurch bedingten Vorgehen des obern Teiles der Mauer ein Nachschieben des Fußes der Mauer folgte. Dieser Vorgang wiederholte sich in der geschilderten Weise und auch in umgekehrter Reihenfolge.

Bei ausnahmsweise niedrigen Wasserständen wurde eine Besichtigung des Pfahlrostes vorgenommen, die folgendes Ergebnis hatte: Die Längshölzer des Rostes zeigten sich teilweise zerstört, zersplittert und durchgebrochen. Dies war verursacht worden von den 35 mm starken Rundeisenankern (s. d. Abb. 3), die, durch die Längs-

schwellen und durch die Gurthölzer der Spundwand reichend, mit den Schwellen hochgingen, von der Spundwand aber mit nach abwärts gezogen wurden. Der ganze Längsholm der ersten wasserseitigen Pfahlreihe ist um seine untere Vorderkante nach dem Wasser zu gekantet. Es ergab sich ferner, daß überhaupt nur noch die Schrägpfähle und hiervon wiederum vorzugsweise die stark geneigten Pfähle den Mauerkörper trugen, der sich von den Geradpfählen abgehoben hatte. Die Schrägpfähle mußten unter der großen Last der Mauer eine erhebliche Durchbiegung erlitten haben. Tatsächlich war auch eine ganze Anzahl dieser Pfähle ihrer Längsachse nach in der Mitte durchgespalten.

Die Geradpfähle, ursprünglich die Tragpfähle, waren als solche überhaupt nicht mehr wirksam. Sie würden ganz nutzlos geworden sein, wenn sie nicht infolge der Einblattung der Längsholme für die Aufnahme von Biegungsspannungen geeignet gewesen wären. Die Abb. 10 und 11 zeigen je einen an den Gerad- bzw. Schrägpfählen vorbeiführenden Querschnitt. Es geht daraus deutlich hervor, wie die beiden Pfahlarten die ihnen ursprünglich zugedachten Rollen vertauscht haben: Die Geradpfähle, die lotrechte Lasten hätten tragen sollen, nehmen jetzt Schubkräfte auf und die Schrägpfähle, die für die Aufnahme von wagerechten Kräften bestimmt waren, tragen jetzt die lotrechten Lasten!



II. Die Ursache des Versagens der Kaimauer.

Es war wegen der zu treffenden Maßnahmen notwendig, den Ursachen des Versagens der Kaimauer nachzugehen. Die vorhergehenden Untersuchungen weisen daraufhin, daß der teilweise zerstörte Mauerkörper für sich nicht mehr im Gleichgewicht und daß außerdem der Pfahlrost den auftretenden Beanspruchungen nicht gewachsen ist. Genaueres kann nur die statische Untersuchung lehren, deren Ergebnisse im folgenden kurz geschildert werden sollen.

A. Die Mauer.

Hierfür kommen drei besondere, von den wechselnden Wasserständen abhängige Belastungsfälle in Betracht:

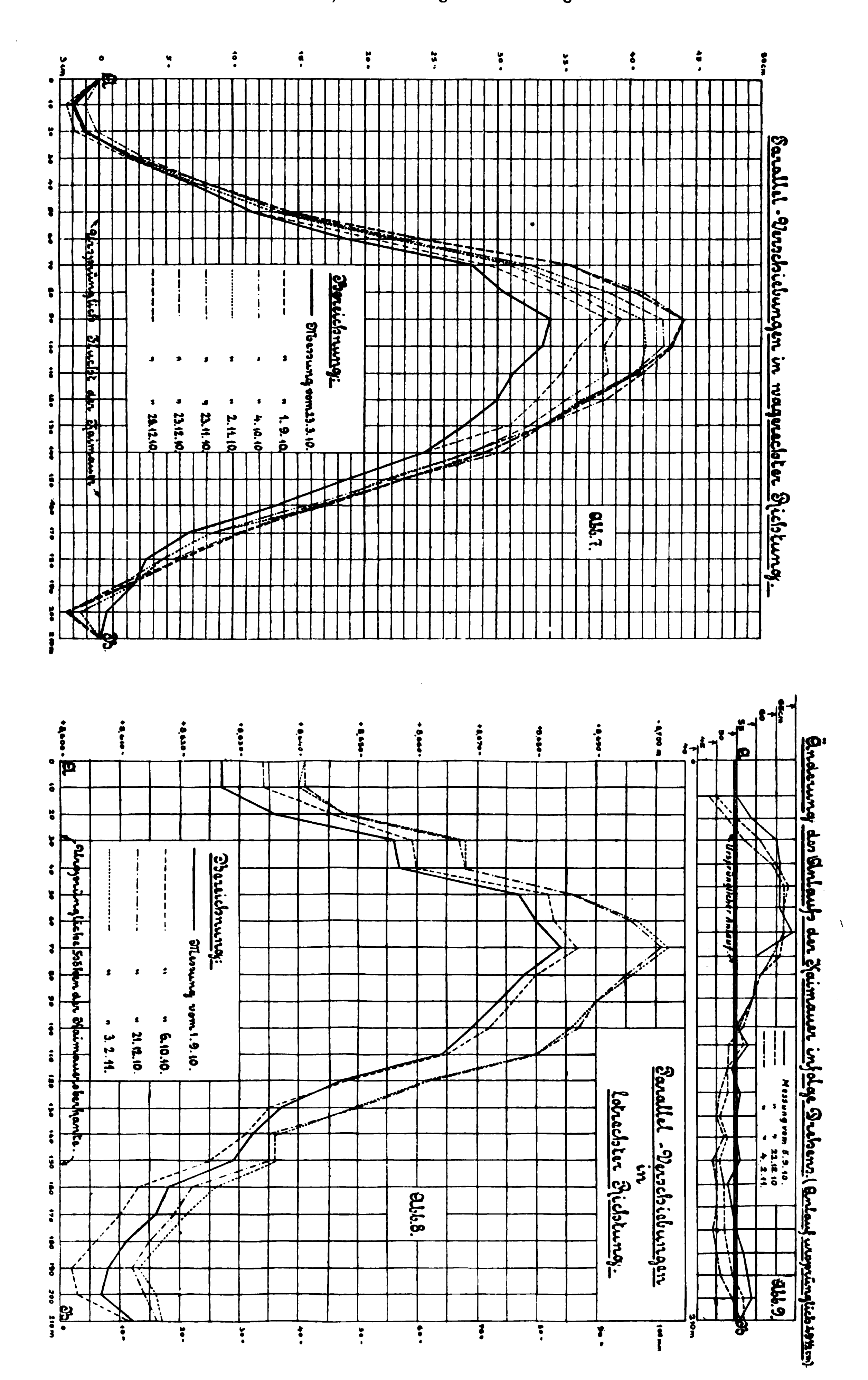
1. der gewöhnliche Hochwasserstand, der im Mittel auf $+ 5{,}20^{\text{m}}$ liegt,

2. der nach einem gewöhnlichen Hochwasser folgende gewöhnliche Niedrigwasserstand, der auf $+ 3{,}3^{\text{m}}$, also tiefer als die Unterkante der Mauer liegt,

3. ein außergewöhnlich hoher Wasserstand von $+ 8^{\text{m}}$, der am 23. Dezember 1894 ($+ 8{,}005^{\text{m}}$) eingetreten ist. Außerdem sind seit dem Bestehen der Kaimauer bis Ende 1910 in 23 Fällen außergewöhnlich hohe Wasserstände über $+ 7^{\text{m}}$ zu verzeichnen gewesen.

Die zufälligen Lasten, Fuhrwerke, in den Schuppen lagernde Waren und Kranlasten haben entsprechende Berücksichtigung gefunden. Die physikalischen Eigenschaften des die Mauer hinterfüllenden Sandes sind durch besondere Wägung und Messung bestimmt worden.

Die Untersuchung des Gleichgewichtszustandes der Mauer ergab, daß bei dem ursprünglichen Querschnitt die Mittelkraft aus den lotrechten Gewichten und dem Erddruck bei allen vorkommenden Wasserständen die Grundfläche der Mauer innerhalb des Kerns trifft, daß die Mauer


Parallel-Verschiebungen in wagerechter Richtung.
Abb. 7.
Bezeichnung:
Abb. 8.
Parallel-Verschiebungen in lotrechter Richtung.
Abb. 9.

also keinerlei Bewegung ausführen kann. Es zeigte sich ferner, daß bei dem Mauerquerschnitt ohne das Gewölbe die Mittelkraft nur ausnahmsweise und zwar bei sehr niedrigen Wasserständen durch das Kerndrittel geht, sonst aber im äußern (wasserseitigen) Drittel die Mauergrundfläche trifft und bei einem Wasserstand von + 8 m eben noch in die Unterstützungsfläche fällt. Hiermit ist die beobachtete Drehbewegung der Mauer zu erklären, da die Auflagerfläche der Mauer Zugkräfte nicht aufnehmen kann. Nach erfolgtem Hochgehen der Mauer standen als Stützen nur noch die Schrägpfähle zur Verfügung (s. die Abb. 10 und 11). Die Mittelkraft fiel von diesem Augenblick an überhaupt nicht mehr in den unterstützten Teil der Grundfläche. Es ergab sich somit in bezug auf den wasserseitigen Stützpunkt ein auf den Einsturz der Mauer hinzielendes Drehmoment.

Soweit die Mauer in Betracht kommt, ergibt sich, daß Mauern mit auskragenden Pfeilern und dazwischen gespannten Gewölben zur Herstellung der Standsicherheit eines Bauwerks vermieden werden sollen, wenn nicht durch Eiseneinlagen oder dergleichen die ausgekragten Teile zur Aufnahme von Zugspannungen besonders ausgebildet sind. Bekanntlich machen ja alle Stütz- und Futtermauern beim Hinterfüllen geringe Kippbewegungen.

Seit einem Jahrzehnt ist diese Sparkonstruktion bei den Hamburger Kaimauern verlassen und es kommen tatsächlich nur noch volle Kaimauerquerschnitte in Anwendung.

B. Die Spundwand.

Es ist bekannt, daß man bei der rechnerischen Nachprüfung von bestehenden Spundwänden nach zwei Richtungen auf Ergebnisse geraten ist, die mit dem tatsächlichen Verhalten der Wände im Widerspruch stehen. Einmal hat man für die spezifischen Beanspruchungen des verwendeten Holzes außerordentlich hohe Werte gefunden, deren Auftreten teilweise unmöglich, geschweige denn wahrscheinlich, genannt werden muß. Außerdem haben die angestellten Untersuchungen gezeigt, daß die Spundwände hinter den Hamburger Kaimauern theoretisch nicht tief genug gerammt sind, d. h. daß sie mit dem Fußende unter der Wirkung des Erddrucks ausweichen müßten. Tatsächlich haben aber diese Spundwände im allgemeinen nicht versagt.

Es empfiehlt sich, bei dieser Gelegenheit diese Widersprüche, wenigstens soweit die Hamburger Verhältnisse in Frage kommen, etwas näher zu beleuchten. Brennecke hat in einem Aufsatz *) zuerst auf die hohen rechnungsmäßigen Beanspruchungen aufmerksam gemacht und hat dies auch in seinen „Ergänzungen zum Grundbau" **) erwähnt. Die Neuauflage seines „Grundbau" ***) läßt aber jeden Hinweis hierauf vermissen. Es ist nicht bekannt geworden, was Brennecke veranlaßt hat, sich über diesen außergewöhnlichen Fall, für den er doch als erster eingetreten ist, später jeder Erwähnung zu enthalten. Es ist anzunehmen, daß gute Gründe dafür vorgelegen haben. Die Feststellung Breckeneckes vom Jahre 1893 hat dann aber weitere Verbreitung gefunden.

*) Die Berechnung der Standsicherheit der Bohlwerke von Marine-Hafenbauinspektor L. Brennecke. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Vereins in Hannover. Jahrg. 1893, Heft 1, S. 30 u. f.

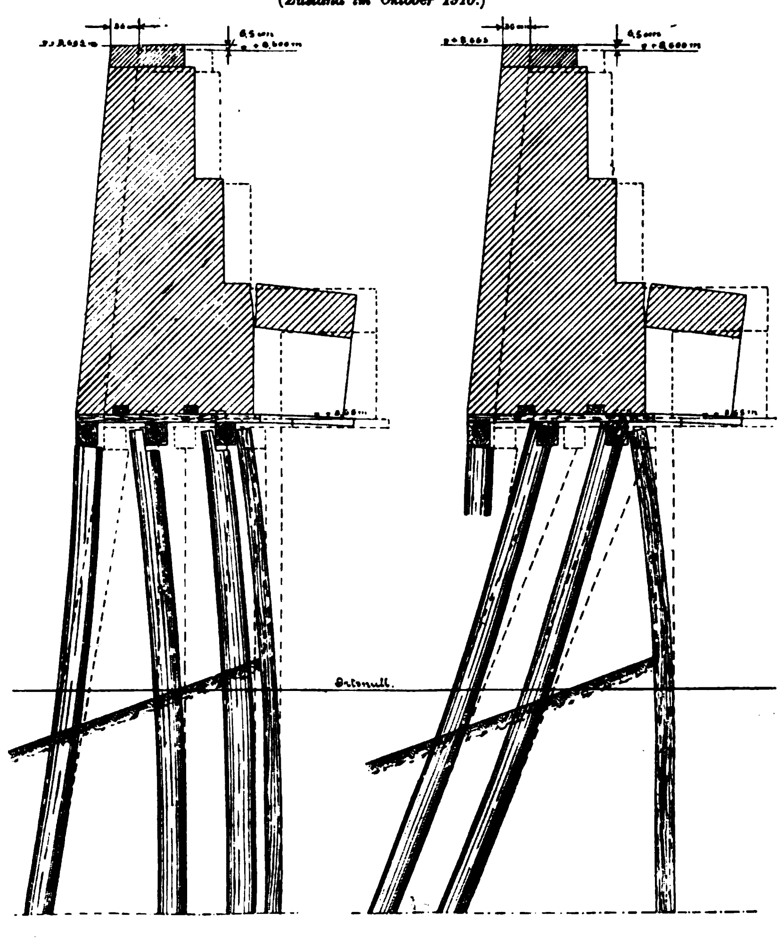
**) Ergänzungen zum Grundbau. L. Brennecke, Berlin. Komm.-Verlag v. Ernst Toeche. 1895. S. 60.

***) Der Grundbau. L. Brennecke, Berlin SW 11. Verlag Deutsche Bauzeitung, G. m. b. H. 1906.

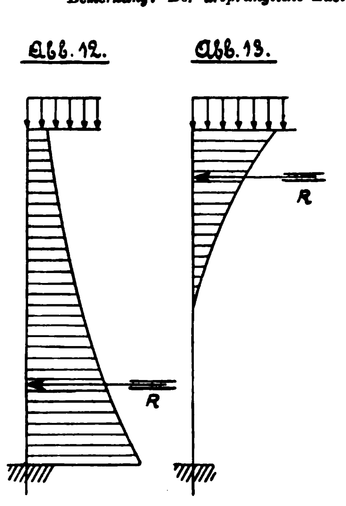
So weit die Hamburger Verhältnisse in Frage kommen, weise ich zunächst auf die Abb. 3 hin, die eine Darstellung der Bodenschichtung gibt und zwar nach einer Bohrung, die etwa an der am weitesten ausgewichenen Stelle der Kaimauer vorgenommen worden ist. Sie ist charakteristisch für die Bodenschichtung im Hamburger

Abb. 10. *Querschnitt längs der Geradpfähle.* Abb. 11. *Querschnitt längs der Schrägpfähle.*

(*Zustand im Oktober 1910.*)



Bemerkung: Der ursprüngliche Zustand ist durch punktierte Linien gekennzeichnet.



Hafen überhaupt. Wie aus der Abbildung zu ersehen ist, bildet die Hauptmasse des hinter der Spundwand lagernden Füllungsmaterials Klaiboden. Die Marschklaie ist ein Anschwemmungsprodukt, das in seiner physikalischen Beschaffenheit viele Aehnlichkeit mit dem Tonboden hat, aus dem sie auch hauptsächlich besteht. Klaie kann nicht im Sinne der Erddrucktheorie zu den Erdarten gerechnet werden. Hier ist nicht die Reibung zwischen den Erdteilchen die maßgebende Eigenschaft, gegen die man die Kohäsion der Teilchen vernachlässigen kann; es ist geradezu das Gegenteil der Fall. Aber es würde nicht genügen, nun etwa für die Bestimmung des Seitendruckes dieser Bodenart die Kohäsion als ausschlaggebend in die Rechnung zu setzen. Man muß vielmehr eine andre physikalische Eigenschaft des Klaibodens berücksichtigen, die der Plastizität. Klaiboden ist plastisch; über seine Fähigkeit, Druck fortzupflanzen, Seitendruck auszuüben, ist theoretisch noch nichts festgelegt und solange dies nicht der Fall ist,

ist man nicht in der Lage, Berechnungen über Beanspruchungen von Wänden aufzustellen, die solches Bodenmaterial als Hinterfüllung haben.

Es wäre auch verfehlt, sich einstweilen mit Annäherungen zu begnügen, indem man etwa erdige an Stelle plastischer Bodenarten setzte, denn, wenn die Verteilung des Seitendruckes bei Erdarten nach nebenstehender Abb. 12 stattfindet, so wird sie, soweit man die Verhältnisse ohne nähere Untersuchungen überhaupt beurteilen kann, bei plastischen Körpern etwa nach nebenstehender Abb. 13 zu denken sein. Welchen Trugschlüssen man sich mit solchen Annäherungen aussetzen würde, zeigt die nähere Betrachtung des vorliegenden Falles der zur Kaimauer am Versmannkai gehörenden Spundwand in Verbindung mit der vorhandenen Bodenschichtung (Abb. 3.) Würde man nämlich unten am Fuß der Wand statt der bei — 3,26 m beginnenden Klaischicht Sandboden haben, dann wäre es nicht verwunderlich, wenn die Rechnung lehrte, daß der Fuß der Wand ausweichen müßte, zumal die Böschung der Hafensohle sich nicht überall in der gezeichneten Weise hält. Tatsächlich findet er aber eine ausreichende, fast unverschiebliche Stütze an der Klaischicht. Man könnte also zu ganz fehlerhaften Ergebnissen kommen, wenn man Untersuchungen über Beanspruchungen und dergleichen solcher Wände ohne Berücksichtigung der tatsächlichen physikalischen Eigenschaften der Bodenarten durchführen wollte. Hierin scheint mir, wenigstens für die Hamburger Verhältnisse, die Erklärung für den Widerspruch zwischen theoretischer Berechnung und tatsächlichem Verhalten zu liegen.

Es wird also notwendig, der Aufstellung einer Theorie der plastischen Körper näherzutreten und es wäre zu wünschen, daß wir bald in den Besitz einer solchen gelangten. Bis dorthin müssen wir aber ohne rechnerische Hilfe auskommen, was ja auch in den vierzig Jahren des Kaimauer- und Spundwandbaues in Hamburg mit gutem Erfolg möglich war.

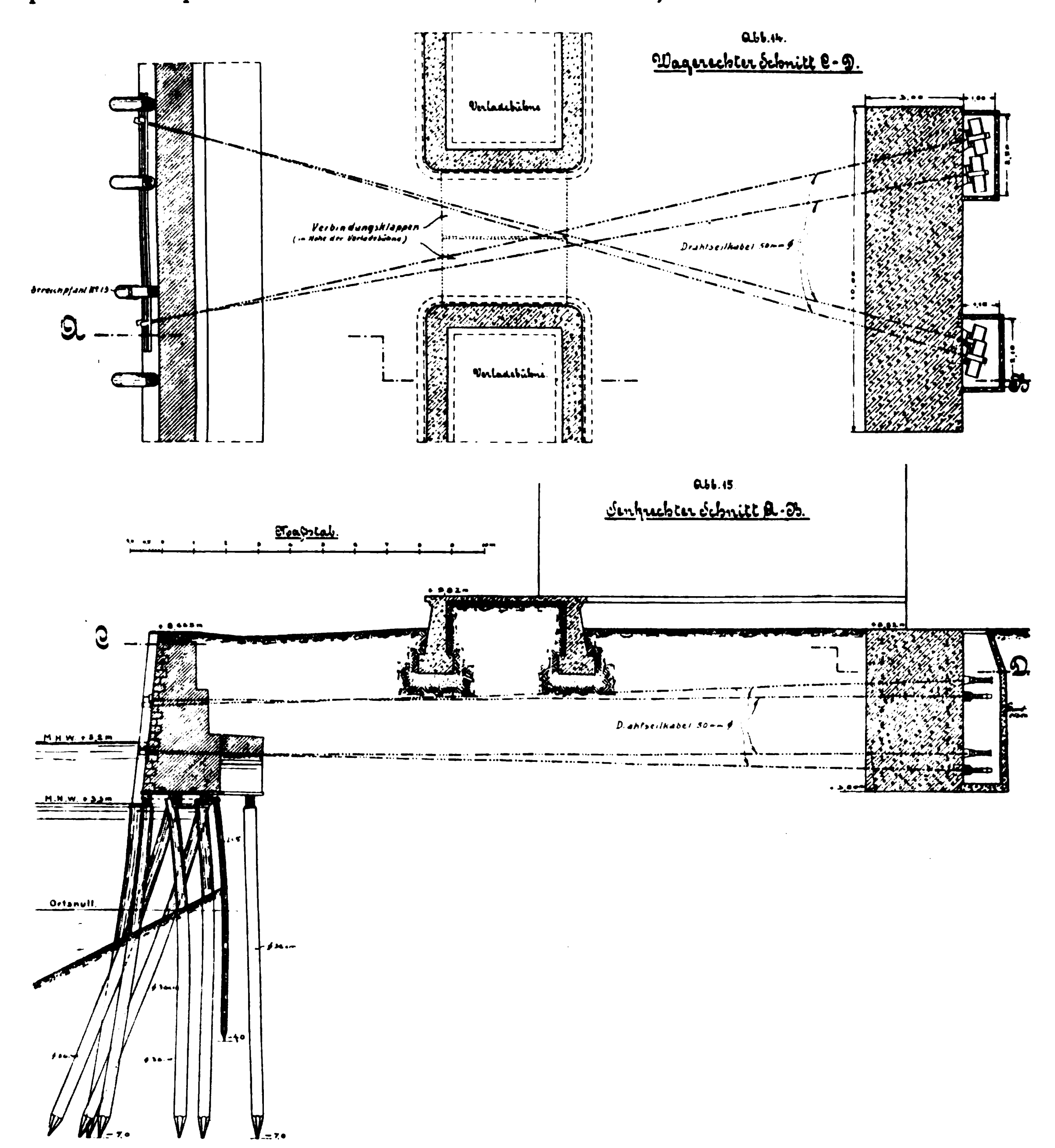


Abb. 14. Wagerechter Schnitt C-D.

Abb. 15. Senkrechter Schnitt A-B.

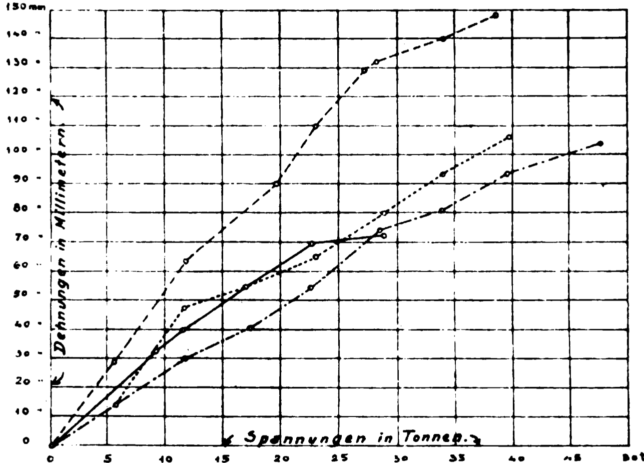
C. Der Pfahlrost.

Der Pfahlrost hat zunächst die aus dem Mauergewicht und dem Erddruck auf die Mauer hervorgehende Mittelkraft aufzunehmen, sodann den (wagerechten) Druck des obern Endes der Spundwand. Da nach den vorhergehenden Erörterungen über die Größe des Druckes der Wand eine zuverlässige Zahlenangabe zunächst nicht möglich ist, mußte man sich damit begnügen, die Wirkung der erst-

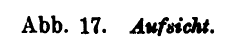
genannten Mittelkraft auf den Pfahlrost zu untersuchen und für die Ergebnisse im Auge behalten, daß der von der Wand herrührende Druck vorerst unberücksichtigt geblieben ist. Hierbei haben wir zwei Fälle zu unterscheiden:

1. den ursprünglichen Zustand,
2. den Zustand nach dem Bruch der Pfeiler und Gewölbe und dem Hochgehen der Mauer.

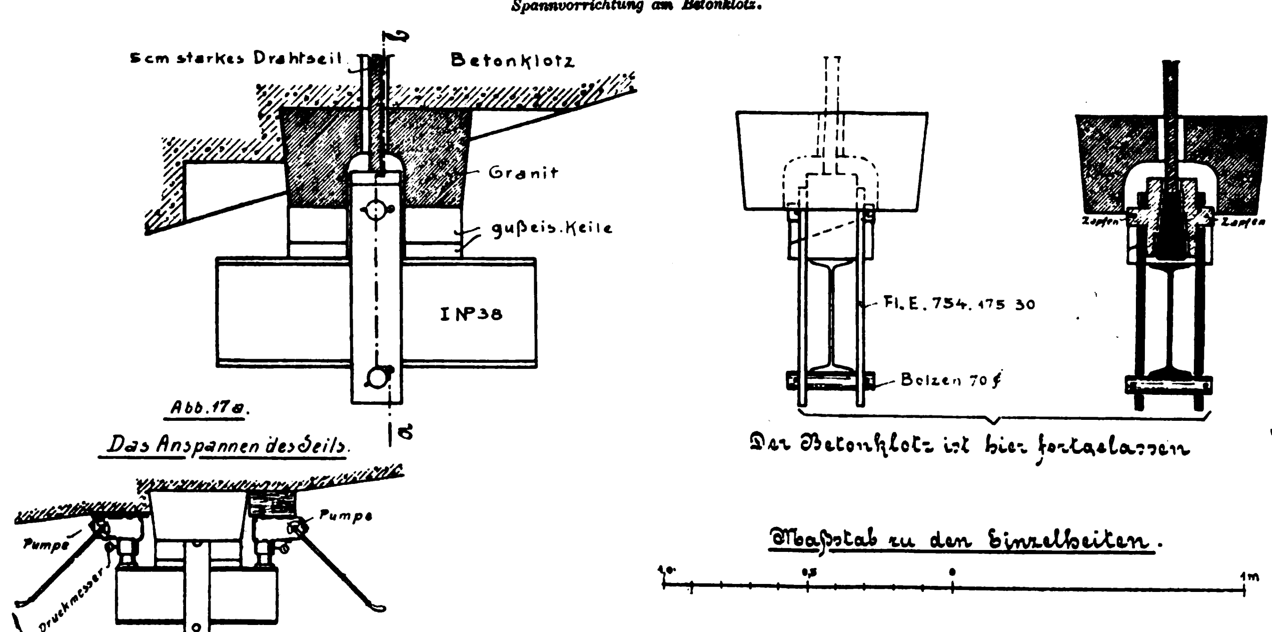
Abb. 16. *Dehnungen der Drahtseilkabel beim Anspannen.*



Zunächst ist zu bemerken, daß alle Pfähle des Rostes auf Druck und auf Biegung, nicht aber auf Zug beansprucht werden können. Außerdem ist zu sagen, daß nach einer hiesigen Faustregel die Pfähle von 35 bis 45 cm Durchmesser mit höchstens ebenso vielen Tonnen belastet werden dürfen, als ihr Durchmesser Zentimeter beträgt. Bei der zulässigen Belastung der $1\frac{1}{2}$ bis 2 m im Sande steckenden Pfähle ist die Beanspruchung des


Abb. 17. *Aufsicht.* Abb. 18. *Seitenansicht.* Abb. 19. *Schnitt a-b.*

Spannvorrichtung am Betonklotz.



Pfahlmaterials ausschlaggebend und nicht der Widerstand des Bodens gegen ein Wegsinken der Pfähle. Hier würden also auf jeden Pfahl 36 t Last in der Pfahlrichtung zugelassen werden; dem entspricht eine Druckbeanspruchung von rd. 35 $^{kg}/_{cm^2}$. Diese spezifische Belastung ist an und für sich nicht hoch, ist aber mit Rücksicht darauf, daß es sich hier um Holz handelt, das jahrzehntelang im Wasser stehen soll, wodurch seine Festigkeit bedeutend herabgemindert wird, recht vorsichtig zu bemessen.

Zahlenmäßige Angaben über die Festigkeit solcher Hölzer stehen meines Wissens nicht zur Verfügung. Es empfiehlt sich, diesbezügliche Versuche anzustellen.

Die Kräftepläne für die Verteilung der Mittelkraft auf die Pfähle des Rostes zeigten, daß bei den gewöhnlichen Wasserständen die Pfähle den Anforderungen völlig gewachsen sind. Bei dem ungewöhnlichen, aber vorgekommenen Wasserstand von + 8 m müssen jedoch zur Sicherung des Gleichgewichts die Pfähle teilweise auf Biegung beansprucht werden. Beachtet man, daß zu den angreifenden Kräften, die in die Untersuchung eingeführt worden sind, noch die der Größe nach nicht bekannte, wagerechte, von der Wand herrührende Kraft hinzukommt, so läßt sich wohl die Ansicht vertreten, daß bei außergewöhnlich hohen Wasserständen infolge der Biegungsbeanspruchung von Rostpfählen ein, wenn auch geringes, Vorgehen der Mauer eintrat, so den ganzen Bewegungsvorgang einleitend. Damit war dann wegen der Schrägpfähle ein Hochgehen der Mauer verbunden, das schließlich das Abbrechen der Pfeiler zur Folge hatte.

Nun war der Fall 2 eingetreten, für den die Kräftepläne erkennen ließen, daß selbst bei gewöhnlichem Hochwasserstand nur dann ein Gleichgewichtszustand möglich ist, wenn von den Pfählen Biegungsspannungen aufgenommen werden. Da aber die Geradpfähle und die 6 : 1 geneigten, nur einseitig eingespannten, am andern Ende freien, zwischen 5 und 6 m freitragenden Pfähle beim Auftreten von Biegungsspannungen eine Durchbiegung erfahren, wodurch sie ihre Bedeutung als Tragpfähle verloren, war im Zusammenhang damit, daß die Mauer nach dem Abbrechen der Pfeiler ihre Standsicherheit verloren hatte, das Schicksal der Kaimauer besiegelt.

Aus dem Verhalten des Pfahlrostes geht hervor, daß es sehr nützlich ist, die Pfähle so anzuordnen, daß ein Teil davon Zugspannungen aufnehmen kann. Dann werden Biegungsspannungen und die damit verbundenen zerstörenden Folgen vermieden. Diesem Gedanken wird bei den Hamburger Kaimauerbauten bereits seit etwa 20 Jahren durch Anordnung von Pfahlböcken im Pfahlrost Rechnung getragen.

Es ist auch zu erkennen, daß bei Pfahlrosten aus einzelnen Grad- und Schrägpfählen die Gradpfähle unter Umständen wertlos sind.

III. Die Verankerung der Kaimauer.

Die Beobachtungen und Messungen hatten im Verein mit der Gleichgewichtsuntersuchung des Bauwerks ergeben, daß der Mauerkörper nicht mehr standsicher war in bezug auf ein Umkanten nach dem Wasser zu und daß außerdem der Pfahlrost mit dem Fuß der Mauer unter der Wirkung des vom Hinterfüllungsmaterial herrührenden Schubes ausgewichen war. Diese Bewegungen waren im Gange und es war nicht zu erwarten, daß sie von selbst zum Stillstand kommen würden; es war vielmehr ein Versagen des Bauwerks zu befürchten, wenn dem nicht rechtzeitig durch entsprechende Maßregeln vorgebeugt wurde.

Abb. 20.

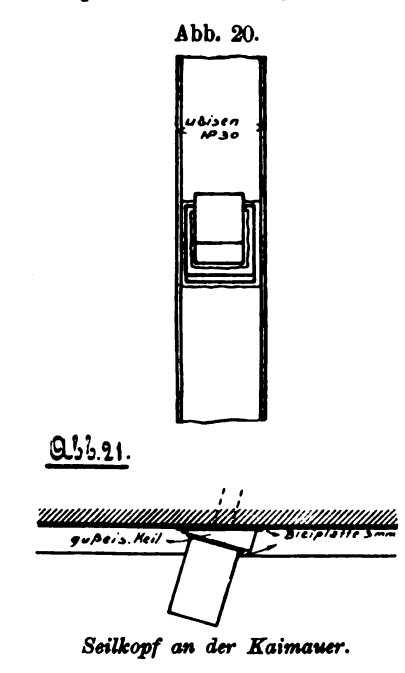


Abb. 21.

Seilkopf an der Kaimauer.

Als man hierüber klar war (Oktober 1910), stand die Hauptverkehrszeit für den Versmannkai vor der Tür. Die dort erbauten Fruchtschuppen dienen der vorübergehenden Lagerung des größten Teils der in den Hamburger Hafen gelangenden ausländischen Früchte. Wenn man beachtet, daß der über die Fruchtschuppen gehende Umsatz im Betriebsjahre 1909/10 rund 184 000 ᵗ Früchte betragen hat, wovon über die Fahrstraße mit dem Fuhrwerk etwa die Hälfte und mit dem Wasserfahrzeug, der Schute, etwa ein Fünftel, im ganzem also rund 70 v. H. nach Hamburg selbst befördert werden und wenn man ferner berücksichtigt, daß sich dieser Fruchtverkehr hauptsächlich in den sieben Monaten November bis Mai abwickelt, so läßt sich ermessen, welch ungeheure Störung des Geschäftes mit dem Versagen der Mauer verbunden gewesen wäre. Für die erforderlichen Maßnahmen war in erster Linie Rücksicht auf den bedeutenden Verkehr auf der Kaistraße, der keine Unterbrechung duldete, zu nehmen.

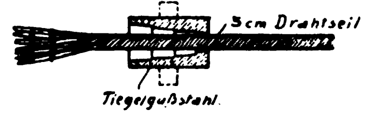
Zunächst handelte es sich darum, das weitere Vorgehen der Mauer zu verhindern oder wenigstens zu verringern. Dies hoffte man durch eine doppelte Verankerung der Mauer, wovon die eine etwa im obern Drittel der Höhe, die andre am Fuße der Wand anzubringen war, zu erreichen. Glücklicherweise befand sich die am meisten ausgewichene Stelle gerade etwa zwischen den beiden Fruchtschuppen A und B (siehe den Lageplan Abb. 2), die durch einen Hof getrennt sind, der als Aufstellungsort für die Unratwagen zur Aufnahme verdorbener Apfelsinen- und sonstiger Fruchtreste dient. Diese Wagen konnten ohne erhebliche Störung des Betriebes an einer andern Stelle untergebracht werden. Mit Rücksicht auf diese günstigen örtlichen Verhältnisse beschloß man, in dem Hofe einen Betonklotz zu versenken, an den die Mauer verankert werden sollte. Die Abb. 14 und 15 stellen die ausgeführte Verankerung dar. Im einzelnen ist dazu folgendes zu bemerken: Die Verankerungen wurden mit Hilfe je zweier Drahtseilkabel ausgeführt, die sich im Grundriß kreuzen, um ein Unterfahren der Fundamente der den Hof von der Kaistraße trennenden Verladebühne zu vermeiden. Die Kreuzungsstelle der Drahtseile liegt dort, wo die Bühne nebst Fundament durch ein aufziehbares Klappenpaar zur Ermöglichung der Einfahrt der Unratwagen in den Hof unterbrochen ist.

Alle Aufgrabungen sind, um den Boden, dessen Erddruck die Unbeweglichkeit des Betonklotzes sicherstellen muß, tunlich wenig zu lockern, durch Abbolzung senkrechter Wände erfolgt. Für die Herstellung des Betonklotzes ist, da für die Mischung an Ort und Stelle zu wenig Platz zur Verfügung war, Transportbeton und zwar ein Kies-Kiesel-Beton, mit einer Würfelfestigkeit von etwa 70 $^{kg}/_{qcm}$ nach 28 Tagen und einem Gewicht von etwa 2200 $^{kg}/_{cbm}$ zur Verwendung gekommen.

Die als Anker verwendeten vier verzinkten Drahtseilkabel von je rund 25 ^{m} Länge haben einen Durchmesser von 50 ^{mm} und bestehen aus je 8 einzeln zusammengeflochtenen Seilen, von je 61 Drähten. Das Innere der 8 Seile hat 2 ^{mm} starke Drähte, während die Stärke der Drähte der übrigen, um das Innere geflochtenen Seile 1,6 ^{mm} beträgt. Im ganzen besteht also jedes Kabel aus 488 einzelnen Drähten. Als Material für die Drähte gibt die liefernde Firma verbesserten englischen Patent-Pflugstahldraht mit einer Bruchfestigkeit von mindestens 170 $^{kg}/_{qmm}$ an, so daß sich damit rechnerisch eine Bruchfestigkeit von 178608 ^{kg} ergibt. Verlangt und garantiert waren 150 Tonnen Bruchfestigkeit. Außer der hohen Festigkeit nehmen die Hersteller für dieses Material eine geringe Dehnungsziffer in Anspruch. Die Abb. 16 gibt über die Dehnungen nähern Aufschluß. Auffallend ist das verschiedenartige Verhalten der vier Kabel, das in der stark voneinander abweichenden Richtungstangente der Linienzüge der Abb. 16 (die theoretisch Gerade darstellen sollten) zum Ausdruck kommt.

Die Befestigung der Drahtseile an den Enden — an der Kaimauer bzw. an dem Ankerklotz — erfolgte mittels konisch ausgesparter Kabelköpfe aus Tiegelgußstahl (s. die Abb. 17 bis 22). Durch die konische Aussparung wurde das Kabelende gesteckt (Abb. 22), sodann die 488 Drähte einzeln ausgeflochten, umgebogen und mittels Draht zu einem konischen Kopf ausgebildet, etwa von der Größe der konischen Oeffnung des Gußstahlkopfes.

Abb. 22. *Herstellung des Seilkopfes.*



Dann wurde der Gußstahlkopf über den Kabelkopf gezogen und der verbleibende Hohlraum mit einem Hartlot vergossen. Auf diese Weise konnten sich beim Anspannen des Kabels die Drähte nicht aus dem Kabelkopf ziehen.

Wie aus den Abb. 17, 18 und 19 zu ersehen ist, tragen die Kabelköpfe am Ankerklotz zur Befestigung einer Spannvorrichtung mit den ganzen Köpfen gleichzeitig angegossene Zapfen. Es war beabsichtigt, jedes der vier Seile mit je etwa 50 ᵗ Spannung zu versehen. Das konnte natürlich nicht mehr mit Spannschlössern oder dgl. geschehen und da es auch wünschenswert war, späterhin jederzeit in der Lage zu sein, die in den Seilen vorhandenen Spannungen nachzumessen, sind die in den Abb. 17, 18 und 19 dargestellten besondern Spannvorrichtungen geschaffen worden. Diese sind durch hinter dem Betonklotz vorgesehene Schächte (s. Abb. 14 und 15) zugänglich gemacht. Die Wirkungsweise der Spannvor-

richtungen ist aus den Abbildungen deutlich zu erkennen und bedarf wohl keiner Erläuterung. Um nun jederzeit über die in den Seilen vorhandenen Spannungen Aufschluß erhalten zu können, ist es nur nötig, zwischen den über seine Auflagerung auf den gußeisernen Keilen beiderseits hinausreichenden I-Träger und den Betonklotz (s. Abb. 17) je eine mit Druckmesser versehene Pumpe einzubringen

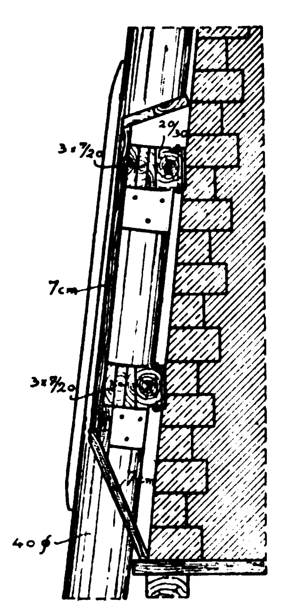


Abb. 23. *Verkleidung an der Kaimauer.*

(s. Abb. 17a) und so lange zu pumpen, bis die gußeisernen Auflagerkeile lose werden. Die in diesem Augenblick an den Druckmessern abzulesenden Spannungen sind die des betreffenden Seiles. Als Pumpen fanden hydraulische Schiffshebeböcke mit Druckmessereinrichtung Verwendung.

Die übrigen Einzelheiten sind ohne weiteres den Abbildungen zu entnehmen. Um Beschädigungen der wasserseitigen Teile der Verankerung, soweit sie über die Kaimauer vorstehen, zu vermeiden und um ferner Beschädigungen an Fahrzeugen und deren Ladung durch Aufsitzen oder Festhaken an diesen Teilen unmöglich zu machen, mußte eine entsprechende Holzverkleidung mit Schutzpfählen geschaffen werden. (Abb. 23.)

IV. Die Wirkung der Verankerung.

Es ist klar, daß mit den getroffenen Maßnahmen die Mauer nicht wieder instand gesetzt worden ist, sondern daß damit nur bis zum Ablauf des Fruchtverkehrs (gegen Ende Mai) eine Störung des Geschäfts vermieden werden sollte. Inzwischen wurde die Mauer weiter beobachtet und, falls die Verankerung den auf sie gesetzten Erwartungen entspricht, sollte, wenn sich dies als zweckmäßig herausstellt, an zwei weitern Zwischenstellen je eine Verankerung vorgenommen werden. Es würden dann drei Anker in Abständen von je 50^{m} vorhanden sein. Ob damit jegliche weitere Maßnahmen überflüssig werden, muß die Zukunft und eine genaue fortlaufende Beobachtung lehren. Am erfreulichsten wäre es, wenn nach dem Einbau der drei Anker die Schrägpfähle allmählich versagten und die Mauer sich so wieder ohne erhebliche Verschiebungen auf die ursprünglichen Tragpfähle senken würde. Aber das sind Wünsche!

Bis heute, nach sieben Monaten, ist die eine Verankerung von Erfolg gewesen. Nachdem geringe Bewegungen in den ersten Wochen nach der Fertigstellung (anfangs Dezember 1910) noch vorgekommen sind, ist seitdem ein Stillstand eingetreten. Die Sturmfluten im letzten Drittel des Februar d. J., bei denen wiederholt Wasserstände von über $+7^{m}$ eingetreten sind, haben aber erkennen lassen, daß die eine ausgeführte Verspannung nicht ausreichen wird. Die Mauer ist zwar bei der verankerten Stelle unverändert geblieben; zwischen der Verankerung und den Enden A und B ist jedoch eine, wenn auch geringe Bewegung der Mauer festgestellt worden. Es wird also notwendig werden, zwei weitere Anker, wie beabsichtigt, einzuziehen.

Bogenträger mit unendlich kleinem Krümmungshalbmesser im Scheitel.*)

Von Baurat Adolf Francke in Alfeld a. d. Leine.

Wir beziehen hier die Anschauung auf den Scheitel 0 des Bogens als Ursprung und nehmen stets x, ω symmetrisch nach jeder Seite hin als positiv.

Im Scheitel verschwindet stets x wie auch ω, indem $\frac{dy}{dx} = \operatorname{tg}\omega$ im Scheitel des symmetrischen Bogens verschwindet.

Für jede beliebige Bogenbildung gilt stets im Scheitel der Wert:

$$\frac{x}{\sin\omega} = \frac{0}{0} = \rho_0, \text{ weil } \frac{dx}{\cos\omega\, d\omega} = \frac{ds}{d\omega} = \rho \text{ ist.}$$

Von allen denkbaren Bogenlinien läßt sich die Gruppe $\rho = n\frac{x}{\sin\omega}$, wo n einen Zahlenwert bedeutet, am bequemsten zeichnen, d. h. aus einzelnen Korbbogen mit dem Zirkel zusammensetzen. Denn indem der Wert $\frac{x}{\sin\omega}$ zeichnerisch greifbar vorhanden ist, so ist auch der $n$fache Wert dieser Länge, also der Krümmungshalbmesser ρ bekannt. Beginnt man z. B. im Scheitel mit irgendwelchem kleinen Korbbogen des Halbmessers r und wäre z. B. $n = 2$, so hat man (Abb. 1) die stets greifbare Länge

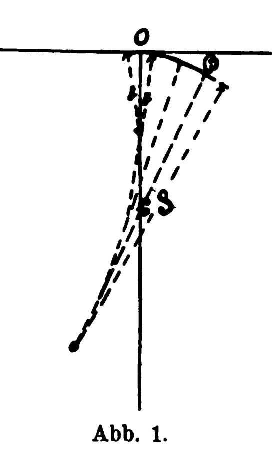


Abb. 1.

BC stets zu verdoppeln, um den gültigen Halbmesser $\rho = 2\,BC$ zu erhalten, und das genau entsprechende Verfahren bleibt für jeden bestimmten zwischen 0 und ∞ liegenden Wert n gültig.

*) Diese Arbeit ist die Ergänzung der Jahrg. 1911, S. 451, erschienenen Abhandlung desselben Verfassers „Bogenträger mit starkem Schub" für den Fall $\rho_0 = 0$. Die Schriftleitung.

Weil nun das Bogenbildungsgesetz $\rho = \frac{nx}{\sin\omega}$ im Einklang stehen muß mit dem Scheitelgesetz $\rho_0 = \frac{x}{\sin\omega}$, so kann ρ_0 für diese bestimmte Bogengruppe einzig und allein für $n = 1$ einen bestimmten endlichen Wert darstellen, und zwar wird $\rho_0 = \infty$ oder $\rho_0 = 0$, je nachdem $n < 1$ oder $n > 1$ ist.

Aus $\rho = \frac{ds}{d\omega} = \frac{dx}{\cos\omega\, d\omega} = \frac{nx}{\sin\omega}$ oder $\frac{dx}{x} = n\cdot\frac{\cos\omega\, d\omega}{\sin\omega}$ folgt durch Integration $l\cdot x = l\cdot\sin\omega^n + l\cdot\frac{r}{n} = l\cdot\left(\frac{r\sin\omega^n}{n}\right)$, wobei also $\frac{r}{n} = C$ ein willkürlicher fester Wert ist. Mithin gilt für das Bogenbildungsgesetz $\rho = \frac{nx}{\sin\omega}$ der zugehörige Wert $x = \frac{r\cdot\sin\omega^n}{n}$; $\rho = r\sin\omega^{n-1}$; $dy = \rho\sin\omega\, d\omega$; $y = r\int\sin\omega^n d\omega$.

Wir betrachten hier n als ganze Zahl.

Für $n = 1$ erhalten wir den Kreis, als einfachste Bogenform unter den Bogenlinien mit endlichem ρ_0 im Scheitel.

Für $n = 2$ erhalten wir $\rho = r\sin\omega = \frac{2x}{\sin\omega}$ als einfachste Bogenform unter den Bogenlinien mit einfach, nach dem Winkelwert ω, verschwindendem ρ_0 im Scheitel.

Für $n = 3$ erhalten wir die entsprechende Bogenform mit zweifach verschwindendem ρ_0 im Scheitel, während z. B. die Zahl $n = 6$ ein fünffaches Verschwinden von ρ_0 darstellt.

I. Bogen mit einfach verschwindendem Halbmesser ϱ_0.

Wie im Vergleich zu den einfachen Bogenlinien mit endlicher Krümmung im Scheitel der Bogen $\rho = r\sin\omega$ die Rolle des Kreises spielt, so entspricht unter den Bogen mit einfach verschwindendem ρ_0 die semikubische Parabel genau der Bedeutung der gemeinen Parabel unter den Bogen mit endlichem ρ_0.

Der ∞flache Schnittbogen aller Bogenlinien mit einfach verschwindendem ρ_0 ist die, ∞flache, semikubische Parabel.

Betrachtet man die auf Sehne und Achse bezogene Gleichung der semikubischen Parabel:

$$y = \frac{h\,(a^{3/2} - x^{3/2})}{a^{3/2}} = h\left[1 - \left(\frac{x}{a}\right)^{3/2}\right]$$

für unveränderliche Spannweite $2a$ und willkürlich wählbare Pfeilhöhe h, so hat man das Bild einer ähnlichen und ähnlich liegenden Bogenträgerschar. Dieselbe ist die Stützlinienschar der Belastung

$$p = \frac{C}{\sqrt{x}} = C_1\,\mathrm{ctg}\,\omega = \frac{C_1}{\mathfrak{Sin}\,\alpha}$$

und es kann die gültige Kräfteverteilung aus jedem Einzelbogen hergeleitet werden.

Schreibt man für $r = \frac{8a^3}{9h^2}$ die Gleichung der semikubischen Parabel in bezug auf die Scheiteltangente:

$$\rho = \frac{r\sin\omega}{\cos\omega^4};\; x = \frac{r\,\mathrm{tg}^2\omega}{2};\; y = \frac{r\,\mathrm{tg}^3\omega}{3}$$

und erklärt den Winkelwert $\omega \leqq \beta = \infty$klein, so hat man die Gleichungen:

$$\rho = r\omega;\; x = \frac{r\omega^2}{2};\; y = \frac{r\omega^3}{3},$$

welchen man auch die Darstellung geben kann:

$$\rho = \frac{\rho_1\omega}{\beta};\; x = \frac{a\omega^2}{\beta^2};\; y = \frac{h\omega^3}{\beta^3},$$ worin ρ, β, a, h die Schlußwerte am Kämpfer bedeuten und wobei, wenn $a = \frac{r\beta^2}{2}$ ein greifbarer endlicher Längenwert ist, zwangsweise $\rho_1 = \infty$, $h = 0$ ist. Und es ist diese Darstellung nicht verschieden von der Darstellung des ∞ vergrößerten Bildes der Schnitthaube der Scheitelberührenden aller Bogenlinien mit einfach verschwindendem ρ_0. Denn aus der Erklärung des einfachen Verschwindens des Halbmessers im Scheitel ${}_n\rho = r\omega^u$ folgen auf Grund der allgemeinen geometrischen Wahrheiten:

$ds = \rho\, d\omega$; $dx = \cos\omega\, ds = \rho\cos\omega\, d\omega$; $dy = \rho\sin\omega\, d\omega$ allgemein die angegebenen Darstellungen.

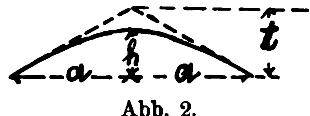


Abb. 2.

Betrachtet man (Abb. 2) den Bogenträger der Spannweite $2a$, der Pfeilhöhe h als eingeschrieben in sein Sehnen- und Tangentendreieck, so ist für die semikubische Parabel unveränderlich $\frac{t}{h} = \frac{3}{2}$.

Je nachdem nun bei irgendeiner Bogenform mit einfach verschwindendem ρ_0 für endliche Werte $\frac{h}{a}$ sich ein Wert $\frac{t}{h} \lesseqgtr \frac{3}{2}$ ergibt, so wird dieser Bogenträger einen etwas stärkeren oder schwächeren Schub entwickeln, als die semikubische Parabel.

Der Schub der semikubischen Parabel.

Wir geben hier zunächst die Kräfteentwickelung des semikubischen Parabelträgers auf Grund der Betrachtung seines ∞ flachen Einzelbogens.

Für denselben gelten die Gleichungen:

$$\rho = r\omega;\; x = \frac{r\omega^2}{2};\; y = \frac{r\omega^3}{3};\; r = \frac{8a^3}{9h^2};\; \beta = \frac{3h}{2a};$$

$$a = \frac{r\beta^2}{2};\; h = \frac{r\beta^3}{3};\; ds = dx = r\omega\, d\omega;\; \omega \leqq \beta = \infty \text{ klein.}$$

Die Wirkung des Schubes H wird bemessen durch die Gleichung:

$$\frac{3EJ}{r^2H}\frac{d^2z}{dx} = (\beta^3 - \omega^3)\,\omega\, d\omega;\; \frac{3EJ}{r^2H}\frac{dz}{dx} = \frac{\beta^3\omega^2}{2} - \frac{\omega^5}{5};$$

$$\frac{3EJ}{r^3H}dz = \left(\frac{\beta^3\omega^3}{2} - \frac{\omega^6}{5}\right)d\omega;$$

$$\frac{3EJ}{r^3H}Z = \frac{35\beta^3\omega^4 - 8\omega^7 - 27\beta^7}{5\cdot7\cdot8};$$

$$\frac{3EJ}{r^3H}\int z\, d\omega = \frac{7\beta^3\omega^5 - \omega^8 - 27\beta^7\omega}{5\cdot7\cdot8};$$

$$\frac{EJ}{H}w = -\frac{\beta^8 r^3}{40} = -\frac{9}{20}ah^2.$$

Eine Scheitellast P verbiegt nach der Gleichung:

$$\frac{12EJ}{P}z = x^3 - 3ax^2 + 2a^3;$$

$$\frac{96EJ}{r^3P}z = \omega^6 - 3\beta^2\omega^4 + 2\beta^6;$$

woraus sich ergibt: $\frac{EJ}{P}w = \frac{9\beta^7 r^3}{5\cdot7\cdot16} = \frac{27}{140}a^2h.$

Also erzeugt P den Schub $\frac{H}{P} = \frac{9}{14\beta} = \frac{3a}{7h}$ sowie das Scheitelmoment $\frac{Pa}{14}$.

Für eine im Bogenpunkt x, ω hängende Last P erhalten wir, am einfachsten auf Grund der Betrachtung symmetrisch hängender Lasten, die Werte:

$$\frac{EJ}{r^3 P} = \frac{27\beta^7 + 8\omega^7 - 35\beta^3\omega^4}{1680}.$$

$$\frac{H}{P} = \frac{27 - 35\left(\frac{\omega}{\beta}\right)^4 + 8\left(\frac{\omega}{\beta}\right)^7}{42\beta} =$$

$$= \frac{27 - 35\left(\frac{x}{a}\right)^2 + 8\left(\frac{x}{a}\right)^{7/2}}{63} \cdot \frac{a}{h}.$$

Diese letztere Formel steht in vollem Einklang mit der Eigenschaft der semikubischen Parabel als Stützlinie der Belastung $p = \frac{C}{\sqrt{x}}$.

Eine von 0 bis x gleichmäßig mit p belastete Scheitelstrecke erzeugt den Schub:

$$\frac{H}{p} = \frac{27x - \frac{35x^3}{3a^2} + \frac{16x^{9/2}}{9a^{7/2}}}{63} \cdot \frac{a}{h},$$

daher bei Belastung einer Bogenhälfte der Schub entsteht:

$$H = \frac{22pa^2}{81h} = \frac{11}{27}\, pa \cot\beta.$$

Der Verfasser bemerkt, daß wie bei fast sämtlichen parabolischen Bogenformen, so auch beim semikubischen Parabelträger die elastischen Verbiegungen und die Kräfteverteilungen auch für beliebig große Pfeilhöhe mathematisch genau dargestellt werden können.

Setzt man $\mathfrak{Cof}\,\alpha = \frac{1}{\cos\omega}$; $d\omega = \cos\omega\, d\alpha$; $d\alpha = \mathfrak{Cof}\,\alpha\, d\omega$ und schreibt die Gleichung der semikubischen Parabel in dem Ausdruck:

$$\rho = r\,\mathfrak{Sin}\,\alpha\,\mathfrak{Cof}^3\alpha;\quad x = \frac{r\,\mathfrak{Sin}^2\alpha}{2};\quad y = \frac{r\,\mathfrak{Sin}^3\alpha}{3};$$

$$\frac{s}{r} = \frac{\mathfrak{Cof}^3\alpha - 1}{3};\quad ds = r\,\mathfrak{Sin}\,\alpha\,\mathfrak{Cof}^2\alpha\, d\alpha;$$

$$dx = r\,\mathfrak{Sin}\,\alpha\,\mathfrak{Cof}\,\alpha\, d\alpha,$$

so lassen sich alle notwendigen Integrationen glatt und im mathematischen Sinne mühelos leicht durchführen. Der Natur der genauen Darstellung nach aber entsteht mehr oder weniger unerquicklich reichlich weitläufige Formgebung und wird daher hier auf die ausführliche Ableitung derartiger Formeln um so mehr verzichtet, als diese Zeilen wesentlich den Zweck haben, den Blick des Lesers auf verschiedene bemerkenswerte Bogenformen und ihre charakteristischen Eigentümlichkeiten zu lenken. Wir können daher in Hinblick auf Raummangel in bezug auf ausführlich mathematisch genaue Darstellung für größere Pfeilhöhen nur die Ergebnisse vorführen und zugehörige Ableitung höchstens andeuten.

Für $\mathfrak{Cof}\,\alpha\cos\omega = 1$ und die Schlußwerte $\mathfrak{Cof}\,\gamma\cos\beta = 1$ folgt aus $\frac{3EJ}{rH}\frac{d^2z}{ds^2} = \mathfrak{Sin}^3\gamma - \mathfrak{Sin}\,\alpha^3$ für den Zustand $H = 1$ die Wirkung $w = \int z\, d\omega$ und damit der allgemeine Nennerwert N der Darstellung des erzeugten Schubes H mit den Zahlenwerten:

$$C = \frac{2}{3}\mathfrak{Sin}^3 2\gamma - \frac{4}{3}\mathfrak{Sin}^3\gamma\,(1 + 2\,\mathfrak{Cof}^6\gamma) + \gamma\,\mathfrak{Cof}^3\gamma -$$

$$- \mathfrak{Sin}\,\gamma + \frac{8\,\mathfrak{Sin}^9\gamma}{9} + \frac{10\,\mathfrak{Sin}^7\gamma}{7} - \frac{\mathfrak{Sin}^5\gamma}{5}.$$

$$-N = \frac{720EJ}{r^3}w = 5\beta C - \frac{20}{3}\mathfrak{Sin}^3\gamma\,(\mathfrak{Sin}\,2\gamma + 2\gamma) -$$

$$- \frac{5\gamma\,\mathfrak{Sin}\,2\gamma}{4} - \frac{5\gamma^2}{4} + \frac{19}{9}\mathfrak{Sin}^8\gamma + \frac{1595}{189}\mathfrak{Sin}^6\gamma +$$

$$+ \frac{3593}{252}\mathfrak{Sin}^4\gamma + \frac{689}{252}\mathfrak{Sin}^2\gamma + \frac{128}{63}\, l\cdot\mathfrak{Cof}\,\gamma.$$

Die Kenntnis der elastischen Zahlenwerte w, z, $\frac{dz}{ds}$ der höheren Bogenträger ist übrigens weniger wichtig für Feststellung oder rechnerische Nachprüfung der einfachen Kräfteverteilung des Bogens mit zwei drehbaren Kämpfern, vielmehr ist sie besonders für gekuppelte oder einseitig gebundene Bogenträger geradezu unentbehrlich, indem z. B. die Kräfteentwickelung in solchen Trägern ohne genaue Kenntnis der einschlägigen Werte $\varphi = \frac{dz}{ds}$ überhaupt mit irgendwelcher Zuverlässigkeit nicht bestimmbar ist.

Für die Wirkung einer Scheitellast P haben wir die Gleichung:

$$\frac{60EJ}{r^2P}\frac{dz}{ds} = 3\,(\mathfrak{Cof}^6\alpha - 1) - 5\,\mathfrak{Cof}^2\gamma\,(\mathfrak{Cof}^3\alpha - 1)$$

woraus der Wert hergeleitet wird für $P = 1$:

$$Z = \frac{720EJ}{r^3}w = \beta\left[\frac{11\,\mathfrak{Cof}^8\gamma}{2} - 20\,\mathfrak{Cof}^5\gamma + 12\,\mathfrak{Cof}^3\gamma\right] +$$

$$+ (5\,\mathfrak{Cof}^2\gamma - 3)\,(2\gamma + \mathfrak{Sin}\,2\gamma) +$$

$$+ \mathfrak{Sin}\,\gamma\left[\frac{72}{35} - \frac{452}{105}\mathfrak{Cof}^2\gamma - \frac{199}{105}\mathfrak{Cof}^4\gamma - \frac{19}{14}\mathfrak{Cof}^6\gamma\right].$$

Also erzeugt die Scheitellast P den Schub: $\frac{H}{P} = \frac{Z}{N}$.

Für den ∞flachen Bogen $\gamma = 0$, $\beta = 0$ erhalten wir daraus: $\frac{H}{P} = \frac{9}{14\beta} = \frac{3}{7}\frac{a}{h}$ und für höhere Bogen, beliebige Pfeilhöhen h stets einen rechnerisch mit $\frac{3}{7}$ stets zusammenfallenden Zahlenwert $\varkappa$ in der Formel

$$\frac{H}{P} = \varkappa\,\frac{a}{h} \equiv \frac{3}{7}\,\frac{a}{h}.$$

Jedoch muß bei Anwendung derartiger aufgeschlossener Formeln stets sehr genau, auf sehr viele Dezimalen, gerechnet werden, da solche Formeln stets sehr empfindlich sind. Die Ableitung und Darstellung des mathematisch genauen Wertes der Wirkung einer im Punkte x, ω, α hängenden Einzellast P erfordert immer recht ausgiebig ausgedehnte Schreibweise. Wir geben dieselbe hier in dem Ausdruck:

$$\frac{H}{P} = \frac{Z(\beta\gamma) - Z(\omega\alpha) - U}{N}.$$

$$U = (2\,\mathfrak{Cof}^5\alpha - 5\,\mathfrak{Cof}^3\alpha + 3)$$

$$(4\beta\,\mathfrak{Cof}^3\gamma - 4\omega\,\mathfrak{Cof}^3\alpha + 2\alpha + \mathfrak{Sin}\,2\alpha - 2\gamma - \mathfrak{Sin}\,2\gamma).$$

Hierbei bedeutet $Z(\omega\alpha) = 720\,\frac{EJ}{r^3}w$ den oben angegebenen, von einer Scheitellast P im Bogen der Schlußwerte x, ω, α erzeugten Wert, entsteht also aus $Z = Z(\beta\gamma)$ durch Vertauschung $\beta \equiv \omega$, $\gamma \equiv \alpha$.

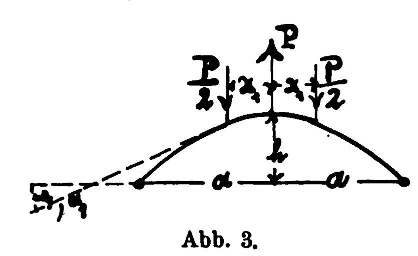


Abb. 3.

Es ist dieses nicht sowohl eine auf das denkbar kürzeste Maß zusammengezogene Darstellung, aber sie ist übersichtlich und durchsichtig und für auszuführende vergleichende Rechnungen insofern praktisch, als bei Betrachtung verschiedener Bogenhöhen sowieso verschiedene Zahlen $Z(\omega\alpha)$ berechnet werden müssen.

Man gelangt zu derartigen Darstellungen am einfachsten durch die Betrachtung des in Abb. 3 für $H = 0$ dargestellten Belastungsfalles zweier symmetrisch in x_1

hängender Einzellasten $\frac{P}{2}$ und einer negativen Scheitellast P. Hierbei sind die Kämpferstrecken $a - x_1$ vollständig kräftefrei und man erhält die Wirkung:

$$\frac{720 EJw}{r^3 P} = -Z(\omega_1 \alpha_1) - U_1,$$

der man lediglich die Wirkung $Z(\beta\gamma)$ zuzufügen braucht, um die reine Wirkung der zwei symmetrischen Lasten $\frac{P}{2}$ zu erhalten.

Der Bogenträger $\rho = r \sin\omega$.

Derselbe verhält sich zur semikubischen Parabel wie der Kreisbogenträger zum gemeinen Parabelträger.

Die Willkürliche r seiner Gleichung bedeutet immer den Krümmungshalbmesser für $\omega \frac{\pi}{2}$.

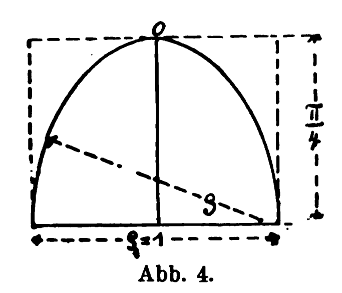


Abb. 4.

In Abb. 4 haben wir diesen Bogen

$$\rho = \frac{2x}{\sin\omega} = r \sin\omega = \rho_1 \sin\omega = \sin\omega$$

als Halbbogen bis $\omega = \frac{\pi}{2}$ dargestellt.

Seine Evolute ist die gleichgeformte Linie $\rho = r\cos\omega$. Er ist die Stützlinie der Belastung

$$p = \frac{C}{\sin\omega \cos\omega^3} = \frac{\text{Stützbelastung des Kreises}}{\sin\omega}.$$

Diese Last hat einen kleinsten Wert für $\operatorname{tang}\omega = \sqrt{\frac{1}{3}}$.

Auf die Scheiteltangente bezogen lauten seine Gleichungen:

$$y = \frac{\omega - \sin\omega\cos\omega}{2} \cdot r;\; x = r\frac{\sin^2\omega}{2};\; ds = r\sin\omega\, d\omega.$$

Die dem Kreisinhalt entsprechende Fläche der in sich rücklaufend geschlossenen Linie ist $= \frac{3\pi}{8} r^2$, während dem Kreisumfang der Umfang $4r$ entspricht.

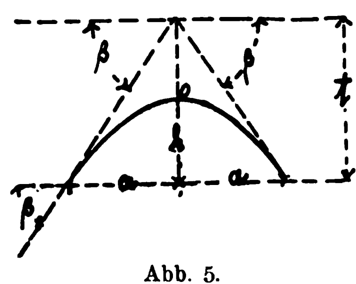


Abb. 5.

Wir betrachten (Abb. 5) einen Teilbogen des Schlußwinkels β.

Um vorläufig ungefähr zu schätzen, bis zu welchem Wert β die Kräfteverteilung des ∞flachen Bogens gültig bleibt, betrachten wir:

$$\frac{t}{h} = \operatorname{tg}\beta \left(\frac{1 - \cos 2\beta}{2\beta - \sin 2\beta}\right)$$

Für 2β als entschiedener Bruch bleibt $\frac{t}{h} = \frac{3}{2}$ und die Anwendung rechnerisch genau.

Für $\operatorname{tg}\beta = 1$ wird $\frac{t}{h} = \frac{2}{\pi - 2}$. Da dieser Wert $> 3/2$ und < 2 ist, so ist zu schätzen, daß die Anwendung nicht mehr rechnerisch ganz genau bleibt, der Schub aber immerhin noch größer ausfällt, als der Parabelschub.

Aus dem Zustand des Bogenschubes $H = 1$:

$$\frac{2EJ}{r^2}\frac{d^2z}{ds} = (\beta - \sin\beta\cos\beta - \omega + \sin\omega\cos\omega)\sin\omega\, d\omega$$

wird die Wirkung gefunden

$$\frac{2EJ}{r^3} w = (\beta - \sin\beta\cos\beta)(\beta\cos\beta - \sin\beta) +$$
$$+ \frac{3}{16}(\beta^2 - \beta\sin 2\beta + \sin^2\beta) + \frac{11}{48}\sin^4\beta - \frac{5}{12}\beta\cos\beta\sin\beta^3.$$

Aus $\frac{4EJ}{r^2}\frac{d^2z}{ds} = (\sin^2\omega - \sin^2\beta)\sin\omega\, d\omega = $ $= (\cos^2\beta - \cos^2\omega)\sin\omega\, d\omega$ wird die Wirkung einer Scheitellast $P = 1$ gefunden:

$$\frac{32EJ}{r^3} w_1 = \beta\left(2\cos^2\beta + 8\cos^3\beta - \frac{10}{3}\cos^4\beta - \frac{8}{3}\cos\beta - \frac{1}{4}\right) +$$
$$+ \sin\beta\left[\frac{8}{3} - \frac{\cos\beta}{4} - 8\cos^2\beta + \frac{11}{6}\cos\beta^3\right].$$

Für $\beta = 0$ finden wir aus denselben die angegebenen Werte:

$$\frac{EJ}{H} w = -\frac{r^3\beta^8}{40};\; \frac{EJ}{P} w_1 = \frac{9r^3\beta^7}{560}.$$

Für jeden beliebigen Wert β kann $\frac{H}{P} = \frac{w_1}{w}$ genau berechnet werden, wobei wir hier unter w den absoluten, positiven Zahlenwert verstehen.

Für den Halbbogen $\beta = \frac{\pi}{2}$ erhalten wir z. B. naturgemäß erheblich gegen $x = \frac{3}{7}$ verminderte Schubkraft, nämlich den Zahlenwert:

$$\frac{H}{P} = 0{,}16169 = 0{,}254\,\frac{a}{h}.$$

Für $\frac{32EJ}{r^3} w_1 = Z(\beta)$; $\frac{32EJ}{r^3} w = N$ kann man den durch eine im Punkte x, ω hängende Last P erzeugten Schub darstellen durch:

$$\frac{H}{P} = \frac{Z(\beta) - Z(\omega) - U}{N}$$

$$U = \frac{8}{3}(1 - 3\cos^2\omega + 2\cos\omega^3)(\sin\beta - \beta\cos\beta - \sin\omega + \omega\cos\omega).$$

Bogenarten und Bogenformen, auch für verschwindendes ρ_0, sind unbegrenzt mannigfaltig, wie überhaupt der Phantasie und Formbildung des denkenden Menschen keinerlei Schranke gezogen wurde. Will man jedoch Flachbogenformen mit wesentlich größerem Schub als $x = \frac{3}{7}$ aufsuchen, so ist es unfruchtbar und vergeblich, etwa auf Bogenformen mit einfach verschwindendem ρ_0, aber rascher als bei der semikubischen Parabel anwachsenden ρ greifen zu wollen. Man wird vielmehr seine Augen richten auf:

II. Bogen mit zweifach verschwindendem Krümmungshalbmesser ρ_0.

Der die Kräfteverteilung dieser Bogenträger bestimmende, für alle Pfeilverhältnisse $\frac{h}{a}$ ein und dieselbe Kräfteverteilung erzeugende Bogenträger ist der parabolische Bogen der Gleichung:

$$\frac{y^3}{h^3} = \frac{x^4}{a^4} \text{ oder } y = h\left(\frac{x}{a}\right)^{4/3};$$

$$\operatorname{tg}\omega = \frac{4h}{3a}\cdot\sqrt[3]{\frac{x}{a}};\; \operatorname{tg}\beta = \frac{4h}{3a}.$$

Er ist für $2a$ als unveränderliche Spannweite und für h als willkürlich wählbare Pfeilhöhe die Stützlinie der Belastung $p = \frac{C}{\sqrt[3]{x^2}} \equiv C_1 \operatorname{ctg}^2 \omega$.

In Winkelabhängigkeit geschrieben lautet seine Gleichung: $x = \frac{r \operatorname{tg}^3 \omega}{3}$; $y = \frac{r \operatorname{tg}^4 \omega}{4}$; $\rho = \frac{r \sin^2 \omega}{\cos \omega^5}$, oder:

$$x = \frac{r \operatorname{Sin} \alpha^3}{3}; \; y = \frac{r \operatorname{Sin} \alpha^4}{4}; \; \rho = r \operatorname{Sin} \alpha^2 \operatorname{Cos} \alpha^3;$$

$$s = \frac{r}{32} (\operatorname{Sin} 4\alpha - 4\alpha); \; ds = r \operatorname{Sin} \alpha^2 \operatorname{Cos} \alpha^2 \, d\alpha = \\ = \frac{r (\operatorname{Cos} 4\alpha - 1) \, d\alpha}{8}$$

und es bedeutet $r = \frac{81 a^4}{64 h^3}$ stets die Länge des Krümmungshalbmessers der Bogenlinie für den bestimmten Winkelwert ω_1, wenn $\operatorname{tg}^2 \omega_1 = \cos \omega_1^3$ wird.

Der Flächeninhalt des Bogens zwischen Sehne und Bogen ist $= 2ah \cdot \left(\frac{4}{7}\right)$.

Die Kräfteverteilung des beliebig hohen Parabelbogens mit zweifach verschwindendem Scheitelkrümmungshalbmesser wird am einfachsten abgeleitet aus dem ∞ flachen Bogen.

Dieser hat die Gleichung:

$$y = h \left(\frac{x}{a}\right)^{4/3} \text{für } h = \infty \text{ klein.}$$

$$\omega = \frac{4h}{3a} \sqrt[3]{\frac{a}{a}}; \; r = \frac{9^2 a^4}{8^2 h^3}; \; \rho = r \omega^2;$$

$$x = \frac{r \omega^3}{3}; \; y = \frac{r \omega^4}{4}; \; \omega \overline{\gtrless} \beta = \frac{4h}{3a} = \infty \text{ klein};$$

$$ds = r \omega^2 \, d\omega.$$

Die Wirkung des Bogenschubes $H = 1$ wird gefunden aus der Gleichung:

$$\frac{4EJ}{r} \frac{d^2 z}{ds^2} = \beta^4 - \omega^4 \text{ oder}$$

$$\frac{4EJ}{r^2} \frac{d^2 z}{ds} = (\beta^4 \omega^2 - \omega^6) \, d\omega$$

mit den Werten:

$$\frac{EJw}{r^3} = - \frac{2\beta^{11}}{231};$$

$$EJw = - \frac{2 r^3 \beta^{11}}{231} = - \frac{32 a h^2}{77}.$$

Eine Scheitellast P verbiegt nach der Gleichung

$$\frac{12 EJ}{P} z = x^3 - 3ax^2 + 2a^3;$$

$$\frac{27 \cdot 12 EJz \, d\omega}{P r^3} = (\omega^9 - 3\beta^3 \omega^6 + 2\beta^9) \, d\omega,$$

woraus sich der Wert ergibt

$$\frac{EJw}{P} = \frac{13}{36 \cdot 70} \beta^{10} r^3 = \frac{13}{70} a^2 h.$$

Die Scheitellast P erzeugt mithin den Schub:

$\frac{H}{P} = \frac{143}{320} \frac{a}{h}$ sowie das Scheitelmoment $= \frac{17 Pa}{320}$.

Eine im Bogenpunkt x, ω hängende Einzellast P erzeugt die Wirkung:

$\frac{EJw}{r^3 P} = \frac{26\beta^{10} - 35\omega^6 \beta^4 + 9\omega^{10}}{7 \cdot 20 \cdot 36}$ und daher den Schub

$$\frac{H}{P} = \frac{11 \left[26 - 35 \left(\frac{x}{a}\right)^2 + 9 \left(\frac{x}{a}\right)^{10/3}\right]}{640} \cdot \frac{a}{h}$$

und steht diese letztere Gleichung mit der Natur der Bogenlinie $y = h \left(\frac{x}{a}\right)^{4/3}$ als Stützlinie der Belastung $p = C \cdot x - \frac{2}{3} = C_1 \operatorname{cotg}^2 \omega$ im vollen Einklang.

Die Bogenlinie $\rho = r \sin^2 \omega = \frac{3x}{\sin \omega}$,

$y = r \int \sin \omega^3 \, d\omega = \frac{r (2 - 3\cos\omega + \cos\omega^3)}{3}$; $x = \frac{r \sin \omega^3}{3}$

ist (Abb. 6) als Halbbogen, also für den Schlußwinkel $\beta = \frac{\pi}{2}$ in ein Quadrat der Seite $2a = \frac{2r}{3} = \frac{2\rho_1}{3}$ eingeschrieben.

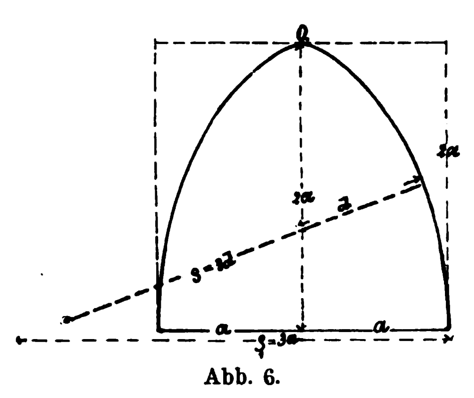


Abb. 6.

Der Umfang der dem Kreise entsprechenden, in sich rücklaufend geschlossenen Vollfigur ist $= r \cdot \pi = 3a\pi$. Der Flächeninhalt $= \frac{15\pi \cdot a^2}{8}$ mithin der $\frac{15\pi}{64}$te Teil des umschriebenen Rechtecks vom Inhalt $= 8a^2$. Die Bogenlinie $\rho = \frac{3x}{\sin \omega}$ ist die Evolvente des Bogens $\rho = r \sin 2\omega$ (bezogen auf die Mittellinie 0 als Scheiteltangente),

$$y = \frac{2r \sin \omega^3}{3}, \; x = \frac{2r (1 - \cos \omega^3)}{3}.$$

Der genügend, ∞, flache Teilbogen der Bogenlinie $\rho = \frac{3x}{\sin \omega}$ ist die, ∞ flache, Parabel $y = h \left(\frac{x}{a}\right)^{4/3}$ und hat daher deren Kräfteverteilung.

Für kleinere endliche Werte β, $\frac{h}{a}$ erscheint dieselbe Schubentwickelung, solange

$$\frac{t}{h} = \frac{\sin \beta^4}{2\cos\beta - 3\cos\beta^2 + \cos\beta^4} = \frac{(1 + \cos\beta)^2}{\cos\beta \, (2 + \cos\beta)} = \\ = \frac{(\operatorname{Cos} \gamma + 1)^2}{2 \operatorname{Cos} \gamma + 1} \equiv \frac{4}{3} \text{ bleibt.}$$

Für $\operatorname{tang} \beta = 1$ steigt $\frac{t}{h}$ auf den Wert $3/2$ und sinkt der von einer Scheitellast P erzeugte Schub auf etwa $\frac{H}{P} = \frac{3}{7} \frac{a}{h}$ herab.

III. Bogenlinien mit dreifach verschwindendem ρ_0.

Die Parabel mit dreifach verschwindendem ρ_0 hat die Gleichung:

$$y = h \left(\frac{x}{a}\right)^{5/4}$$

oder in Winkelabhängigkeit ausgedrückt

$$x = \frac{r \operatorname{tg} \omega^4}{4}; \; y = \frac{r \operatorname{tg} \omega^5}{5}; \; \rho = \frac{r \sin \omega^3}{\cos \omega^6}; \; r = \frac{(4a)^5}{(5h)^4}.$$

Sie ist die Stützlinie der Belastung:

$$p = C \cdot \cotg^3 \omega \equiv \frac{C_1}{\sqrt[4]{x^3}}.$$

Eine Scheitellast P erzeugt den Schub

$$\frac{H}{P} = \frac{119}{260} \cdot \frac{a}{h}.$$

Die dem Kreise entsprechende Bogenlinie hat die Gleichung:

$$\rho = \frac{4x}{\sin \omega}; \; x = \frac{r \sin \omega^4}{4}.$$

Der wagerechte Durchmesser der in sich rücklaufend geschlossenen Vollfigur ist $= \frac{r}{2}$, der lotrechte Durchmesser $= \frac{3\pi r}{8}$. Der Inhalt $= \frac{35\pi}{256} \cdot r^2$.

Der genügend flache Bogen hat die nämliche Schubkraft wie der Parabelbogen der Gleichung $y = h\left(\frac{x}{a}\right)^{5/4}$, jedoch nimmt dieselbe mit wachsendem Schlußwinkel β rasch ab.

Kleine Mitteilungen.

Ehren-Promotion.

Auf einstimmigen Antrag der Abteilung für Ingenieurwesen wurde durch Beschluß von Rektor und Großem Senat der Technischen Hochschule zu Darmstadt Herrn Gesundheits-Ingenieur Wilhelm Paul Gerhard in Newyork in Rücksicht auf die hervorragende Stellung, die er in den Vereinigten Staaten auf dem Gebiete der Gesundheitstechnik einnimmt, und in Anbetracht der zahlreichen literarischen Arbeiten, durch die er Theorie und Praxis der gesundheitstechnischen Anlagen in hervorragendem Maße gefördert hat und noch fördert, die Würde eines Doktor-Ingenieurs Ehrenhalber verliehen.

Die Elektrisierung der westlichen Staatsbahnlinien in Paris, insbesondere des Bahnhofes St. Lazare.

Janin. La Technique moderne 1911, Nr. V, S. 266.

Der Bahnhof St. Lazare, dem infolge seiner zentralen Lage eine immer wachsende Bedeutung zukommt, ist mehr als jeder andere Pariser Bahnhof in seinen Grenzen eingeengt. Um die Züge rasch aussenden und empfangen zu können, ist die erste Bedingung die einer Spezialisierung der Gleise nach der Art der Züge. Eine Mischung von Fern- und Lokalzügen auf gleichem Gleis soll in großen Bahnhöfen möglichst vermieden bleiben. Mit einem vierten zweigleisigen Tunnel wird eine derartige Unterscheidung bereits in diesem Jahre ermöglicht werden. Daraus resultiert bereits eine bessere und gerechtfertigtere Verteilung des Zugnetzes und eine beträchtliche Verminderung in der Zahl der täglichen Zirkulationen auf den Gleisen.

Der neue Tunnel wird 150 Züge der Linie Auteuil empfangen, die anderen Züge werden auf die drei alten Tunnels aufgeteilt. Bei Verwendung der elektrischen Zugförderung für die Lokalstrecken kann man auf jeder Linie leicht die Verkehrsdichte beträchtlich erhöhen, indem man soviel als möglich die verschiedenen Gleise nach der Art der Züge verwendet, insbesondere während der Stunden des starken Verkehrs. Auf der Basis der gegenwärtigen Personenbeförderung gestatten die vier Tunnels in den Stunden der großen Verkehrsdichte folgenden Verkehr: der von Auteuil 5500 Reisende, von Versailles 7000 Reisende, St. Germain 7000 Reisende, für Fernverkehr 2000 Reisende, während der Zentraltunnel mit 218 Ankünften pro Stunde ca. 10000 Reisende mit allen Schwierigkeiten des Dampfbetriebes befördert. Die Situation wird daher durch Inbetriebsetzung des neuen Tunnels stark verbessert werden. Gleichzeitig mit dem Bau des vierten Tunnels werden auf der anderen Seite des Gleises zwei halbmondförmige Gleise gebaut, welche für den Güterzugverkehr des Bahnhofes von Batignolles und für den Materialtransport zwischen St. Lazare und dem neuen Depot in Clichy dienen werden. Eine Kreuzung dieses Güterverkehrs mit dem Personenverkehr erfolgt nur auf einer Strecke von 300 m im Tunnel von Batignolles.

Um nun zu vermeiden, daß die Fernzüge mit den Lokalzügen teilweise gleiche Gleise verwenden, wird für die aus der Bretagne und der Nieder-Normandie kommenden Fernzüge ein neues Doppelgleis vom Bahnhof de la Garenne in S-Form nach dem Bahnhof Versailles geführt.

Es können dann also auf den westlichen Lokalstrecken elektrische Züge mit einer ziemlichen Verkehrsdichte eingeschaltet werden, ohne mit den Fernzügen in Berührung zu kommen. Die zu elektrisierenden Linien sind: Paris-St. Lazare nach Argenteuil, Paris nach St. Germain, Paris nach Versailles am rechten Ufer mit den Abzweigungen St. Cloud nach Marly und St.-Nom-la-Bretêche, und Puteaux nach Moulineaux bis Javel, wo die im Jahre 1900 gelegte elektrische Strecke Invalides-Versailles anschließt. Endlich je von Paris nach Auteuil mit Abzweigung Henri-Martin nach Champ de Mars.

Sobald die kleinen Lokalstrecken elektrisiert sein werden, erübrigt noch die Elektrisierung der Linien Mantes-Poissy-Argenteuil und Pontoise-Conflans. Im Projekte ist auf den stärkst beanspruchten Sektionen eine Verkehrsdichte von mindestens vier Zügen pro Stunde in jedem Sinn und zwei oder drei auf den anderen angenommen. Unter diesen Voraussetzungen wird der Bahnhof St. Lazare, außer den Fernzügen, 24 Züge in jedem Sinne zu senden und zu empfangen haben. Es entspricht dies acht elektrisierten Gleisen, zwei für Auteuil und sechs für die anderen Lokalstrecken.

Die Fernzüge, deren Verkehr nur 100 Zügen täglich entspricht, können leicht auf zwei Gleisen untergebracht werden. Zusammenfassend wären am Bahnhof St. Lazare vorzusehen: Für die Richtung Auteuil 2 Gleise, für die Lokalstrecken 6 Gleise, für die Fernzüge 2 Gleise, für Materialtransport 2 Gleise, insgesamt 12 Gleise, deren Kapazität auf lange Zeit einem Anwachsen des Verkehrs genügen dürfte.

Nach vollständiger Fertigstellung der Elektrisierung sämtlicher Lokalstrecken des Bahnhofes St. Lazare und

Herstellung sämtlicher neuer Gleise, Umänderungen, Spezialisierung der Zugsverteilung sieht das Projekt folgende Verkehrsziffern vor: Linie Auteuil 382 elektrische Züge, Linie Versailles 389 elektrische Züge, Linie St. Germain und Argenteuil 351 elektrische Züge, Linie Mantes 295 elektrische Züge, Fernzugslinien 51 Züge mit Dampfbetrieb, für Materialtransport 50 Züge mit Dampfbetrieb. Ein Vergleich mit den gegenwärtigen Verkehrsziffern, die an obige nicht annähernd heranragen, ergibt, daß die projektierten Einrichtungen einen genügenden Spielraum auch für unvorhergesehene Verkehrserhöhungen gestatten.

Schapira.

Zeitschriftenschau.

A. Hochbau,

bearbeitet von Reg.-Baumeister Dr.-Ing. Meyer in Hannover.

Kunstgeschichte.

Die Gärten und Gartenarchitekturen Friedrichs des Großen. Auszug aus der Doktorarbeit des Regierungsbaumeisters a. D. Siedler. Das verdienstvolle Werk bildet eine wertvolle Ergänzung des „Fredericianischen Barocks" von Kloeppel. — Mit Abb. (Z. f. Bauw. 1911, Heft 1 und 4 bis 6.)

Schloß Caputh bei Potsdam; Monographie mit Aufnahmen und Lichtbildern von Arch. Fick in Wilmersdorf. (Z. f. Bauw. 1911, Heft 4 bis 6.)

Palast des Diocletian zu Spalato. Abbildungen des Wiederherstellungsmodells von Arch. Hébrard. (Construct. moderne 1911, Nr. 25.)

Tessiner Skizzen. Auszug eines Vortrages des Arch. Kunkler im Zürcher Arch.- und Ing.-Verein. — Mit Wiedergabe einiger Proben der meisterhaft gezeichneten Bleiskizzen. (Schweiz. Bauz. 1911, I, Nr. 5.)

Rudolf v. Seitz. Monographie von J. v. Schmaedel. — Mit guten Abbildungen der Hauptwerke des 1910 verstorbenen Meisters. (Kunst u. Handwerk 1911, Heft 6.)

Schreibgerät und Schriftcharakter. Geschichtl. Abhandlung mit Schriftproben von Stephan Steinlein. (Kunst u. Handwerk 1911, Heft 7.)

Die Bedeutung der Türme mittelalterlicher Kirchen. Kurze kunstgeschichtl. Abhandlung von Dipl.-Ing. Petersen. (Z. f. d. Baugew. 1911, Nr. 7.)

Oeffentliche Bauten.

Gebäude für kirchliche Zwecke. Wettbewerb für eine evangelisch-lutherische Kirche in Elmshorn. Entwurf des Arch. Peters-Laage. Mittelalterlicher Backsteinbau in modern nordisch-gotischen Formen. — Mit Abb. (Kirche 1910, Heft 12.)

Kreuzkirche in Düsseldorf; Arch. Regierungsbaumeister W. Schleicher. Romanische Formen. Eingehende Beschreibung. Baukosten rd. 700000 M. Kreuzkirche mit Rundchor, Vierungsturm und vier Flankierungstürmen. — Mit Abb. (Kirche 1910, Heft 12.)

Evangelische Kirche zu Wintersdorf in S.-Altenburg; Arch. Geh. Baurat Wanckel. Einschiffige barocke Anlage mit Westturm. Im Innern besonders strenge Wahrung des dörflichen Charakters. 600 Sitzplätze. Gesamtbaukosten 70000 M., ein Sitzplatz 117 M. (Kirche 1911, Heft 2.)

Katholische Interimskirche in Stuttgart; Arch. Bihl & Woltz. Konstruktion in Holzfachwerk mit Gipsdielen. Breite 14 ^{m}, Länge 21 ^{m}, Höhe 7,2 ^{m}; Baukosten 60000 M. 500 Sitzplätze. (Kirche 1911, Heft 2.)

Interimistische evangelische Kreuzkirche zu Stuttgart-Karlsvorstadt; Arch. Bihl & Woltz. Schlichte einschiffige Anlage mit Dachreiter. Breite 10,5 ^{m}, Länge 15,8 ^{m}, Höhe 7,2 ^{m}. Holzfachwerk mit Gipsdielen. Baukosten 33000 M. 240 Sitzplätze. (Kirche 1911, Heft 2.)

Wettbewerb für das St. Emericanum in Budapest. Auf einem sehr beschränkten Bauplatz mußten Kirche, Gymnasium und Direktorwohnung untergebracht werden. Beschreibung des mit dem I. Preis gekrönten Entwurfs des erst 24 Jahre alten Architekten Dionysius György. — Mit Abb. (Kirche 1911, Heft 4.)

Neue Taufkapelle für Nizza; Arch. Dubois. Profane Architektur des Aeußern; moderner Grundriß. Kurze Beschreibung. — Mit 2 Grundrissen und Ansicht. (Construct. moderne 1911, Nr. 31.)

Gebäude für Verwaltungszwecke und Vereine. Anbauten für den Justizpalast in Brüssel. Die etwas zu freie Lage des Riesenbaues soll durch Anbauten, Terrassen und dergl. verbessert werden. — Abb. der 3 besten Entwürfe (Modelle). (Construct. moderne 1911, Nr. 31.)

Neuer Justizpalast in Rom. Monumentaler Bau mit 10 Lichthöfen; italienische Renaissance. — Mit Grundriß und Ansichten. (Construct. moderne 1911, Nr. 27.)

Neues Polizeidienstgebäude in Charlottenburg; Arch. Regierungsbaumeister Kloeppel unter ressortmäßiger Beteiligung der Kgl. Regierung zu Potsdam und des Wirkl. Geh. Oberbaurats Launer. Modernes Barock. Werkstein mit Putzflächen. Grunderwerb 542500 M., Gründung 117000 M., Baukosten 1343000 M., innere Einrichtung 138000 M. 1 ^{cbm} 23 M., 1 ^{qm} 482 M. — Mit zahlreichen Abb. (Z. f. Bauw. 1911, Heft 4 bis 6.)

Wettbewerb für ein Rathaus für Allenstein. Mit dem ersten Preis gekrönter Entwurf des Landbauinspektors Schrammen in Friedenau. — Mit Abb. (Deutsche Konkurr. 1911, Heft 11.)

Wettbewerb für eine Kreissparkasse in Mörs. Programm. — Mit Abb. der besten Entwürfe. (Deutsche Konkurr. 1911, Heft 12.)

Wettbewerb für das Verwaltungsgebäude der Allgem. Aargäuer Ersparniskasse. Programm. Besprechung der vier preisgekrönten Entwürfe. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1911, I, Nr. 3.)

Gebäude für Unterrichtszwecke. Herderschule in Westend-Charlottenburg; Arch. Stadtbauinspektor Winterstein. Größe der Baustelle 60 × 130 ^{m}. Interessante Grundrißlösung. Moderne barocke Formen. Baukosten 1170000 M.; 1 ^{cbm} 22,50 M. — Mit Zeichn. (Baugew.-Z. 1911, Nr. 27.)

Gemeinde-Doppelschule in der Sybelstr. zu Charlottenburg; Arch. Stadtbaurat Seeling. Knabenschule mit 20 Klassen, Mädchenschule mit 19 Klassen. Moderner Backsteinbau aus gerauhten Maschinensteinen; Architekturteile aus Dorlaer Muschelkalk. Gesamtbaukosten 956400 M., 1 ^{cbm} 21,16 M. Eingehende Baubeschreibung. — Mit Abb. (Baugew.-Z. 1911, Nr. 31 und 32.)

Neubau für die Kantonsschule und das chemische Universitätslaboratorium in Zürich;

Arch. Kantonsbaumeister Fietz. Moderne Renaissanceformen. Gesamtkosten rd. 1920000 M., 1 cbm 24,7 M. einschl. innerer Einrichtung. — Mit zahlreichen Abb. (Schweiz. Bauz. 1911, I, Nr. 1.)

Schulhaus in Niederurnen (Schweiz); Arch. Faesch. 11 Klassen und Turnhalle. Schlichter moderner Putzbau. 1 cbm 20,80 M. einschl. Einrichtung. (Schweiz. Bauz. 1911, I, Nr. 4.)

Knabenschule in Noisy-le-Sec. 7 Klassen, Zeichensaal und Direktorwohnung. Renaissance-Formen; Ziegel mit Werkstein. (Construct. moderne 1911, Nr. 25.)

Gebäude für Gesundheitspflege und Rettungswesen. Seemanns-Erholungsheim in Klein-Machnow bei Zehlendorf; Arch. Giesecke und Wenzke in Charlottenburg. Zwei Mannschaftshäuser, Offiziershaus, Kasino und Verwaltungsgebäude. Malerische Anlage in schlichten modernen Formen. Gesamtbaukosten 440000 M., 1 qm 250 M., 1 cbm 24 M. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1911, Nr. 13 und 14.)

Nervenheilanstalt in Gandersheim; Arch. Regierungsbaumeister Overhoff. Schlichte moderne Formen. Kosten des Gebäudes 45000 M., der inneren Einrichtung 25000 M. — Mit zahlreichen Abb. (Z. f. d. Baugew. 1911, Nr. 4.)

Gebäude für Kunst und Wissenschaft. Ozeanographisches Institut in Paris. Neubau in italienischer Renaissance, erbaut mit Unterstützung des Fürsten von Monaco. — Mit zahlreichen guten Abb. (Construct. moderne 1911, Nr. 21 und 22.)

Gebäude für Vergnügungszwecke. Neues Bootshaus am Kleinen Wannsee bei Berlin; Arch. Otto Rehnig. 7 m Höhenunterschied zwischen Straße und Seeufer, daher 5 Geschosse. Ansprechende moderne ländliche Formen; Putz und Holzschalung. Baukosten 130000 M., 325 M. für 1 qm, 20 M. für 1 cbm. Bauzeit 9 Monate. — Mit Abb. (Baugew.-Z. 1911, Nr. 34 und 35.)

Privatbauten.

Gasthäuser. Neubau eines Gasthofes in Niederbreisig a. Rh.; Arch. Oberlehrer G. Montenbruck in Holzminden. Kurze Beschreibung des in entsprechenden schlichten Formen gehaltenen Entwurfs. — Mit Abb. (Z. f. d. Baugew. 1911, Nr. 3 und 6.)

Arbeiterwohnungen. Deutsche Kleinwohnungen auf der Brüsseler Weltausstellung. Grundrisse und Ansichten ausgestellter Häuser. (Z. f. d. Baugew., 1911, Nr. 1.)

Kleinwohnungsbauten in Ostpreußen. Beschreibung der Arbeiterkolonien der Königsberger Wohnungsbaugenossenschaft in Ponarth bei Königsberg. Arch. Arndt. Reihenbauweise in farbigem Putz. Preis einer Wohnung von Stube, Küche und Zubehör 180 bis 264 M. Preis für 1 qm bebauter Fläche 175 M. — Mit Abb. (Baugew.-Z. 1911, Nr. 2 und 3.)

Wohn- und Geschäftshäuser. Villa Flemming in Hannover; Arch. Prof. Dr.-Ing. Eichwede. Ziegelbau mit Werksteinarchitektur in modernen romanischen Formen. Kurze Beschreibung. — Mit Abb. (Baugew.-Z. 1911, Nr. 9.)

Dreifamilienhaus in der Villenkolonie Hannover-Kleefeld; Arch. Heinrich. Kurze Beschreibung. — Mit Grundrissen und Schaubildern. (Baugew.-Z. 1911, Nr. 22.)

Neubau der Rostocker Bank in Rostock; Arch. Korff-Laage. Moderne Werksteinschauseite. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1911, Nr. 19.)

Villenneubau in Regenwalde in Pomm. Villa nebst Bureau für einen Rechtsanwalt. Schlichte moderne Formen in Putz und Fachwerk. Baukosten 25000 M., 1 qm 127 M. (Baugew.-Z. 1911, Nr. 14.)

Landhaus in Homberg; Arch. Keller. Baukosten 25000 M. Schlichte moderne Formen. Kurze Beschreibung. — Mit Abb. (Baugew.-Z. 1911, Nr. 16.)

Villenbau in Jena; Arch. Wohlfahrt. Geräumige Anlage in modernen Formen. Kurzer Text. — Mit Abb. (Baugew.-Z. 1911, Nr. 24.)

Wohnhaus in Vohwinkel; Arch. Feldberg und Stockert. Reiche Dielen- und Treppenausbildung. Anlehnung an bergische barocke Formen. — Mit Abb. (Baugew.-Z. 1911, Nr. 28.)

Haus Noll in Köln-Marienburg; Arch. Regierungsbaumeister a. D. Fabricius. Wohnsitz für eine Witwe mit Kindern. Vornehmer moderner Putzbau. Baukosten 43000 M. Kurze Baubeschreibung. — Mit Zeichn. (Deutsche Bauz. 1911, Nr. 20.)

Verwaltungsgebäude der Firma Jenny in Ziegelbrücke (Schweiz). Moderner Putzbau in schlichten Formen. 1 cbm einschl. Einrichtung 35,2 M. — Mit zahlreichen Abb. (Schweiz. Bauz. 1911, I, Nr. 2.)

Villa in Segonzag (Charente). Vornehme Anlage in französischer Renaissance. — Mit Grundrissen und Ansichten. (Construct. moderne 1911, Nr. 23.)

Wohnhaus in Paris, Rue Boileau. Einfaches Haus. Baukosten 92000 M. Orientalische Formen. — Mit Grundrissen und Ansichten. (Construct. moderne 1911, Nr. 29.)

Einfamilien-Wohnhaus in Bécon (Seine). 3 Geschosse; französische Renaissance. — Mit Grundrissen und Ansichten. (Construct. moderne 1911, Nr. 28.)

Wohn- und Geschäftshaus in Nantes. Eckhaus. Im Erdgeschoß ein Café. — Mit Abb. (Construct. moderne 1911, Nr. 32.)

Werkstatt- und Fabrikgebäude. Neues Elektrizitätswerk der Gemeinde Steglitz; Arch. Regierungsbaumeister a. D. Müller. Gesamtkosten einschl. der maschinellen Anlagen 2350000 M. Moderner Industriebau. Baubeschreibung. — Mit ausführlichen Abbildungen und Schaubild. (Baugew.-Z. 1911, Nr. 29 und 30.)

Landwirtschaftliche Bauten. Gutsgehöft in Pont-Saint-Esprit. Herrenhaus mit kleinem Stallgebäude. — Mit Abb. (Construct. moderne 1911, Nr. 26.)

Innerer Ausbau, Ornamentik, Kunstgewerbe, Kleinarchitektur.

Kirchliche Beleuchtungskunst; von Henschel vom Hain. Kritische Abhandlung über moderne elektrische Beleuchtungskörper. — Mit Abb. (Kirche 1911, Heft 3.)

Steinaltar für die Kirche in Haslach im Kinzigtal; von Peter Valentin. — Mit Abb. (Kirche 1911, Heft 1.)

Orgel der protestantischen Kirche in Bad Steben; Arch. Bauamtsassessor Neithardt. Kurze Beschreibung. — Mit Abb. (Kirche 1911, Heft 1.)

Neue kirchliche Edelmetallarbeiten. Bischofsstab, Bischofskreuz, Abendmahlkelch; von Henschel vom Hain. — Mit Abb. (Kirche 1911, Heft 4.)

Münchener Ausstellung für angewandte Kunst im Grand Palais zu Paris. Ausgestellte Zimmereinrichtungen und kunstgewerbliche Erzeugnisse von G. v. Pechmann. — Mit Abb. (Kunst u. Handwerk 1911, Heft 5.)

Denkmäler.

Wettbewerb für ein Bismarck-Nationaldenkmal. Schaubilder der Entwürfe von Bauamtmann Dr.-Ing.

Schubert in Dresden, Arch. Hartmann in Grunewald, Karow in Aachen, Gebr. Rank in München, Geh. Baurat Prof. Dr. Licht in Leipzig, Prof. Hahn in München, Franz Brantzky in Köln, Beyer in Schöneberg, Prof. Billing in Karlsruhe, Stadtbaurat Wagner in Glogau. (Deutsche Bauz. 1911, Nr. 13, 14, 15, 18, 21.)

Städtebau.

Gartenstadt bei Neumünster; Arch. Mannhardt in Kiel. Mustergültige Anlage in städtebaulicher und architektonischer Beziehung. 92^{ha} Baufläche; rd. 400 Rentengüter und 400 Kleinwohnungen. Beschreibung des Wettbewerbes und der Bauausführung. — Mit Lageplan, Zeichnungen und Schaubildern. (Baugew.-Z. 1911, Nr. 11 und 12.)

Förderung heimischer Bauweise im Altländer Gebiet. Kreisausschuß des Kreises Jork und Verein für niedersächsisches Volkstum in Bremen haben einen Wettbewerb ausgeschrieben zur Erlangung von Entwürfen zu einem Altländer Bauernhaus, einem ländlichen Wohnhaus und einem Arbeiterwohnhaus. Fachwerk, das in der dortigen Gegend wegen seiner schwierigen Unterhaltung und der hohen Kosten wegen jetzt unbeliebt ist, war tunlichst zu vermeiden. Die besten Entwürfe sind in einem Werk „Vorbildliche Bauten für das Alte Land“ nebst einer Reihe von Aufnahmen guter alter Beispiele durch Schüler der Buxtehuder Baugewerkschule veröffentlicht. (Baugew.-Z. 1910, Nr. 103.)

Villenkolonie Cleverbrück bei Schwartau. Von einem Gut sind 350000^{qm} für die Gründung einer Gartenstadt abgetrennt. Preis eines Einfamilienhauses mit 1000^{qm} Garten rd. 12000 M. — Mit Vogelschaubild. (Baugew.-Z. 1911, Nr. 19.)

Die deutsche Gartenstadt und die Gartenstadtgesellschaft; von Klaiber. — Mit Abb. englischer Gartenstädte. (Z. f. d. Baugew. 1911, Nr. 8.)

Gartenstadt Hellerau bei Dresden; von F. Müller. Kurze Abhandlung. (Z. f. d. Baugew. 1911, Nr. 1.)

Zwei Häuser aus Cottbus. Kurzer Hinweis auf zwei mustergültige märkische Wohnbauten aus dem bekannten Werk von Kloeppel: „Heimische Bauweise in der Mark Brandenburg“. — Mit Abb. (Z. f. d. Baugew. 1911, Nr. 7.)

Bebauungsplan für Prödel-Zöbigker bei Leipzig; Arch. Prof. Schultze-Naumburg. — Plan. (Städtebau 1911, Heft 1.)

Bebauungsplan und Badebauten für Bad Reinerz. Abb. des Entwurfs von Arch. Recht und Bachmann und Gartenarch. Foeth (3. Preis). (Deutsche Konkurr. 1911, Heft 12 und 1.)

Bebauungsplan für Oberbonsfeld (Rheinland). Plan und Abbildung des Marktplatzes nach dem Entwurf der Arch. Schnell und Meffert in Barmen. (Schweiz. Bauz. 1911, I, Nr. 5.)

Bebauungsplan für das Biegenviertel in Marburg a. Lahn; Arch. Stadtbaurat Bewig. Kurze Beschreibung. — Mit Plan und Ansichten. (Städtebau 1911, Heft 1.)

Umbau der Altstadt in Stuttgart. Entwurf von Arch. Hengerer. Der „Verein für das Wohl der arbeitenden Klassen“, dessen rühriger Tätigkeit schon das „Postdörfle“ und das „Eisenbahndörfle“ zu danken sind, hat für 3216000 M. einen Teil der Altstadt aufgekauft und an die Stelle der alten Häuser mit ungesunden Wohnungen neue Baugruppen mit außerordentlich malerischen Straßenbildern gesetzt. Verzinsung der Grundstücke mit 4,2 %, des Baugeldes mit 3 %, Unkosten 0,8 %, Gewinn 0,4 %. Außer Hengerer sind noch beteiligt als Architekten Mehlin, Reissing, Eisenlohr & Weigle, Bonatz, Bihl & Woltz, Dollinger und Martz. (Städtebau 1911, Heft 2.)

Bebauungsplan für Passau-St. Nicola. Beschreibung des preisgekrönten Entwurfs des Arch. Geiger in München. — Mit Plänen, Profilen, Straßenbildern und Vogelschaubild. (Städtebau 1911, Heft 3.)

Gartenvorstadt Stockfeld in Straßburg-Neuhof; von Th. Göcke. Beschreibung des Programms und der preisgekrönten Entwürfe. — Mit 4 Tafeln. (Städtebau 1911, Heft 4.)

Bebauungsplan für das Breiteareal der Stadt Schaffhausen. Programm des Wettbewerbes und Abbildungen des preisgekrönten Entwurfs der Architekten Gebr. Pfister in Zürich mit kurzem Text. 250 bis 300 Wohnungen von je 3 Zimmern und Küche, 200^{qm} Garten und 320 M. Miete. Verzinsung der Bausumme mit $5\frac{1}{2}$ %, des Geländes mit $4\frac{1}{2}$ %. (Schweiz. Bauz. 1911, I, Nr. 5.)

Wettbewerb zu einem Verbauungsplan für Königgrätz in Böhmen. Besprechung der beiden besten Entwürfe. — Mit Plänen. (Städtebau 1911, Heft 1.)

Bosnische Städte; von Arch. Pospišil. Hinweis auf die von der modernen Bebauung bedrohte Schönheit der bosnischen Städtebilder. — Mit 3 Tafeln und Textbild. (Städtebau 1911, Heft 1.)

Verschiedenes.

Aussichtsturm auf dem Ebersnacken (Vogler). Schlichter und ansprechender Entwurf von Stadtbaumeister Scherman in Holzminden. Baukosten rd. 10000 M. — Mit Abb. (Z. f. d. Baugew. 1911, Nr. 1.)

Wettbewerb um die Kaiserbrücke in Bremen. Genaues Programm und Abbildungen der besten Entwürfe. (Deutsche Bauz. 1911, Nr. 21, 22.)

B. Heizung, Lüftung und künstliche Beleuchtung,

bearbeitet von Dr. Ernst Voit, Professor in München.

Heizung.

Dauerbrandofen für gasreiche Kohle (Sekundärluftofen System Kurzwernhart „Ultra“). Der Füllraum dieses Ofens wird von umstreichender Luft gekühlt; die etwa doch im Füllraum aufgestiegenen Schwelgase werden durch die mittels umstellbarer Klappe zugeführte Heizluft unter den Rost geleitet; die zur Rauchverbrennung dienende, am Aschenkasten vorgewärmte Zusatzluft wird zwischen Brenn- und Füllraum in breitem Strahl eingeführt. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 300.)

Die früheren und heutigen Annahmen der Bewegungswiderstände des Wassers in Rohrleitungen und ihre Einwirkung auf das normale Funktionieren der Warmwasserheizungen; von Ing. Alb. Tichelmann. Bei Berechnungen von Warmwasserheizungen hat man bisher für alle Wassergeschwindigkeiten die Widerstandshöhen nach einem und demselben Gesetz berechnet und dabei die Reibungsbeiwerte von Weisbach, Darcy oder Lang benutzt. Neuerdings hat Biel nachgewiesen, daß die Bewegung des Wassers in Rohrleitungen je nach Rauheit der Rohre nur durch drei verschiedene Gesetze darzustellen ist. Tichelmann zeigt, daß zwar die Berechnung der Widerstandshöhen je nach der gemachten Annahme große Unterschiede liefert, daß aber die Bestimmung der Heizflächenwirkung nur wenig davon beeinflußt wird. Unter Anwendung der Bielschen Gesetze würde die Berechnung der Rohrleitungen wohl genauere Ergebnisse liefern, wenn man die Rauheit der Röhren genau einschätzen könnte und wenn nicht die

Verwendung der Handelsmasse für die Röhren geboten wäre. Die mit Hilfe der bisher benutzten ungenauen Rechnungsweisen bestimmten Rohrleitungen einer Warmwasserheizung bedingen daher keineswegs ein mangelhaftes Arbeiten der Heizanlage. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 233.)

Bewertung der in Warmwasserheizungen tätigen Kräfte; von Ing. Alb. Tichelmann. Ausgehend von den bekannten Strömungsgleichungen werden die Gleichungen zur Berechnung der Rohrdurchmesser entwickelt, und zwar sowohl unter der Annahme, daß in allen Strecken der Grundleitungen die Geschwindigkeit gleich ist, als auch, daß die Druckverluste durch Reibung für jede Längeneinheit dieselben sind. Die letztere Rechnungsweise dürfte die anderen verdrängen. Mittels der Gleichungen werden die Anlagen mit Zweirohrsystem, bei Wasserverteilung von oben und von unten, und die mit Einrohrsystem in ihrer Wirkung, insbesondere hinsichtlich der Regelfähigkeit untersucht. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 417.)

Warmwasserheizung mit Beschleunigung des Umlaufes durch Einführung von Druckluft in das Steigrohr oder in einen hochgeführten Schenkel der Rückleitung; von Obering. H. Kraus. Gegenüber anderen Anordnungen führt Kraus Luftblasen mittels Preßluft in die Dampfblasen ein, und zwar kann Luft in zwei verschiedene Höhen unter dem Ausdehnungsgefäß durch zwei Lufteinspritzdüsen in das Steigrohr eintreten und so eine höhere oder niedrigere leichte, aus Wasser und Luft gebildete Wassersäule hervorbringen. Ein in das Rücklaufrohr der Warmwasserheizung eingeschalteter Regler wirkt auf ein Luftdruckverminderventil und stellt damit die Lufteinströmung ein. Vorteile der Einrichtung. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 310.)

Freigabe der bisher unter Patentschutz stehenden Erfindung der Ueberdruckwasserheizung. Das Patent der Krellschen Ueberdruckheizung wird nach Angabe des Patentinhabers Mitte Juni dieses Jahres erlöschen, nur das ungarische Patent der Erfindung verbleibt einer Budapester Firma. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 313.)

Versuche über die Einrohranordnung bei Warmwasserheizungen; von Prof. Dr. K. Brabbée. Nach den Versuchen sind die entwickelten Grundgleichungen richtig, die bisher verwendeten Widerstandswerte aber ungenau. Ferner ist zu folgern, daß gut entlüftete, nach der Einrohranordnung einseitig angeschlossene Heizkörper gleichmäßig erwärmt werden, so daß ein Verteilerrohr im Heizkörper unnötig ist; bei niedriger Geschwindigkeit im Fallrohr nähert sich die Mischtemperatur der Rücklauftemperatur, bei hoher Geschwindigkeit dagegen der Vorlauftemperatur; in hohen Heizkörpern läuft das Wasser besser um als in niederen. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 273.)

Sicherheitsventile bei Warmwasserheizungen zum Schutze des Kessels bei eingefrorenem Ausdehnungsrohr. Ing. Jul. Rößler schlägt vor, im Hinblick auf die Frostgefahr in die Vorlaufleitung jeder Warmwasserheizung Sicherheitsventile einzuschalten, so daß eine unzulässige Drucksteigerung verhindert wird. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 404.)

Rostschäden bei Niederdruckdampfheizungs- und Warmwasserheizungsanlagen; von Uber. Von zwei zur Beheizung eines Gebäudes dienenden Dampfkesseln mit liegenden Siederohren wurde in der ersten Betriebsperiode in der Regel nur der eine in Betrieb genommen, dabei zeigten sich in auffallend kurzer Zeit bei dem selten beheizten Kessel Leckstellen an den Siederohren. Das ist darauf zurückzuführen, daß insbesondere bei jeder Betriebsunterbrechung das durch die Heizanlage strömende Wasser eine Anreicherung an Sauerstoff und Kohlensäure erfährt, bei Erhitzung aber die freiwerdende Gasmenge sich als Bläschen insbesondere an den oberen Teilen der Rohre ansetzt und so die Verrostung bedingt. Der ständig in Betrieb befindliche Kessel ist nicht in gleicher Weise der Verrostung ausgesetzt, da die Gasbläschen bald nach ihrer Entstehung durch den Dampf fortgerissen werden. Es empfiehlt sich deshalb, während der Anheizdauer die ganze vorhandene Kesselheizfläche zu benutzen und mit dem Betrieb der vorhandenen Kessel zu wechseln. (Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 272; Gesundh.-Ing. 1911, S. 447.)

Kenntnis vom Wert der Heizflächen bei der Dampferzeugung und ihre Anwendung auf die Praxis; von Dr.-Ing. E. Reutlinger. Bei dem gegenwärtigen Preise der Abgasvorwärmer, deren Verbilligung eine besonders wichtige wirtschaftliche Aufgabe ist, ist eine Steigerung der Gesamtbrennstoffausnutzung kaum erreichbar, dagegen besteht eine Aufgabe zur Verbilligung der Gesamtanlage darin, durch geschickte bauliche Ausbildung ausgiebig bestrahlter Heizflächen, verbunden mit gesteigerter Berührungsübertragung, die eigentliche Dampferzeugung in verhältnismäßig kleinen hochbeanspruchten Kesseln mit hoher Umlaufsmöglichkeit zu erzielen. Die überwiegende Berührungsübertragung ist vorteilhaft auf getrennte billigere Vorwärmer mit hohem Wärmegefälle und günstigen Uebertragungsverhältnissen zu beschränken, die die Kesselabwärme bis zur wirtschaftlichen Grenze ausnutzen. (Bayer. Ind.- u. Gewerbebl. 1911, S. 181 u. S. 191, mit Abb.; Gesundh.-Ing. 1911, S. 313.)

Heizung und Lüftung in Bundesgebäuden; Vortrag von Thompson, übersetzt von Dipl.-Ing. O. Ginsberg. Nach Schilderung der Mängel, welche die älteren Heizanlagen in den Bundesgebäuden zeigten, werden die Anlagen beschrieben, wie sie neuerdings in den kleineren und größeren Gebäuden ausgeführt werden; insbesondere sind hier erwähnt die Pulsionslüftungen, die Luftwascheinrichtungen und die selbsttätigen Wärmeregelungen. Zur Beheizung dienen meist Dampfheizungen, auch Vakuumheizungen mit Pumpe und weniger Warmwasserheizungen. Zur Berechnung der Heizflächen dienende Zahlenwerte; Ausführungen der Heizungen mit unmittelbarer Luftzufuhr und der Luftheizung mit natürlichem Auftrieb; Bemessungen der Rohrleitung bei der Einrohr- und Zweirohranordnung für Dampf- und Warmwasserheizung; Erfahrungen mit gußeisernen und schmiedeeisernen Kesseln und mit Wasserrohrkesseln. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 289.)

Verbreitung der Zentralheizung und Mietzins in Wohnungen mit und ohne Zentralheizung; von Dr. R. Schröder. In 15 deutschen Großstädten war im Jahre 1905 die Anzahl der mit Sammelheizungen versehenen Wohnungen im Mittel etwa 1% aller Wohnungen, in einigen Städten hat seitdem eine dauernde Zunahme stattgefunden. Je mehr Zimmer da sind, desto eher hat eine Wohnung Sammelheizung. Zusammenstellung der Verhältnisse zwischen Zimmerzahl und Miete für Wohnungen mit und ohne Sammelheizung. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 253.)

Einfluß des Rohrleitungsverlustes auf die Wärmeregelung; von Dipl.-Ing. de Grahl. Genaueres über die eingehenden Versuche ist in der Quelle nachzusehen. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 255.)

Wirtschaftlichkeit unserer Zentralheizungen; von Ing. J. Ritter. Hierfür sind auch ausführungs- und betriebstechnische Fragen von Bedeutung, z. B. das Zurückbleiben einzelner Heizkörper in der Erwärmung, der Einfluß baulicher Mängel, wie z. B. Undichtigkeiten an Fenstern und Türen, mangelhafte Heizkörperverkleidung und die unzweckmäßige Größe des Füllschachtes. Von großem Wert sind ferner ein gut wirkender Verbrennungsregler und die richtige Wahl des Brennstoffs. Bestimmung der Nutzleistung. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 309.)

Das Schwabach-Verfahren als Mittel zur Verminderung der Schornsteinhöhen und gegen Rauchbelästigung. Beschreibung des Elektrizitätswerkes zu Hillersdorf bei Dresden und seiner guten Wirkung. (Südd. Bauz. 1911, S. 119.)

Versuche an einem Zweifeuer-Catena-Niederdruckdampfkessel mit Kokefeuerung; von Dipl.-Ing. F. Gaab. — Mit Abb. (Z. d. Bayer. Rev.-Ver. 1911, S. 115.)

Versuche mit elektrischer Heizung der Straßenbahnwagen; von F. Berbalk. Versuche mit Glühstoff-, Anthrazit- und Brikettöfen und mit elektrischen Oefen. Die Kosten für einen Heiztag von 15 bis 16 Stunden und für einen Wagen betrugen bei den ersterwähnten Oefen 0,60 bis 0,72 M., bei den elektrischen Oefen mit besonderen Heizkörpern 4,80 bis 5,60 M., bei letzteren sind aber die Kosten bei Verwendung der Wagenwiderstände nur gering. In Wien sind neben den Wagenwiderständen im Wageninnern auch besondere Heizwiderstände angebracht, um durch Umschalten der Widerstände die Heizung nach Belieben zu regeln. (Deutsche Straßen- u. Kleinbahnz. 1911, Nr. 2; Bayer. Ind.- u. Gewbl. 1911, S. 167.)

Lüftung.

Ermittelung eines Ventilators für eine Lüftungsanlage. O. Fröhlich entwickelt Formeln zur Berechnung des Gesamt- und Nutzdruckes, den ein Ventilator bei Beförderung einer bestimmten Luftmenge ausübt, und zur Bestimmung des Wirkungsgrades, der Umlaufzahl und des Kraftverbrauches. Verfahren zur Aufstellung von Vorentwürfen. Genaue Bestimmungen erfolgen am besten durch den Fabrikanten. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 453.)

Luftbefeuchter und -Zubringer von Hurling und Biedermann. Die Biedermannschen Düsen finden hauptsächlich in Spinnereien und Webereien Verwendung und können an beliebigen Stellen an der Decke des Fabrikraumes befestigt werden; die zugeführte Luft wird gereinigt, gekühlt bzw. erwärmt und befeuchtet und kann dabei aus dem Raum oder von außen entnommen werden. Nähere Beschreibung der Einrichtung. (Prakt. Masch.-Konstr. 1910, 22. Dezember; Bayer. Ind.- u. Gewbl. 1911, S. 158, mit Abb.)

Mechanische Reinigung der Luft. Diese Reinigung wird jetzt auch in England wie schon früher in Amerika bei Lüftungsanlagen angewendet, und zwar sind zurzeit gebräuchlich 1) trockene stationäre Reiniger, 2) nasse stationäre Reiniger, 3) nasse sich drehende Filter, 4) Wasserzerstäubungsdüsen, 5) Wasserzerstäubungsräder. Ein Reiniger soll die Luft vollkommen reinigen, die Luftfeuchtigkeit regeln, selbsttätig gereinigte Filter haben, dem Luftstrom nur geringen Widerstand entgegensetzen und nur eine geringe Wartung erfordern. Diesen Anforderungen entsprechen am besten die Zerstäubungsdüsen und Zerstäubungsräder. Das jetzt in England sehr in Aufnahme gekommene Zerstäubungsrad erzeugt einen Sprühregen, der mit großer Geschwindigkeit den Luftstrom senkrecht durchschneidet und bei Aenderung der Umlaufgeschwindigkeit die Luftbefeuchtung regelt. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 282.)

Zentrale Rauchgasbeseitigung; von Fichte und Lemberg. Nach Erörterung der auf die Beseitigung der Rauchbelästigung gerichteten Bestrebungen wird als radikales Mittel zur Beseitigung des Rauches vorgeschlagen, die Abgase aller Feuerungsstellen eines Bezirkes in einer gemeinsamen in der Erde verlegten Rohrleitung zu sammeln, mittels Kraftbetriebes nach einer Sammelstelle zu fördern und dort durch eine große Rauchreinigungsanlage streichen zu lassen, so daß diese nur noch Kohlensäure und Stickstoff in die Luft entsendet. Erörterung der Einrichtungen und Schätzung der Anlagekosten. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 401.)

Lüftung und Kühlung von Sälen; von Ing. M. Hottinger. In gesundheitlicher Beziehung ist auf richtige Erwärmung, zweckmäßigen Feuchtigkeitsgehalt, Reinheit der Luft und Vermeidung von Zugerscheinungen zu sehen. Maßregeln hierfür. Verschiedene Lüftungsmöglichkeiten und ihre Wirkungsweise. Eingehende Behandlung der Lüftungs- und Heizungsanlage im neuen Kasino in Bern und im „Casino du Rivage“ in Vevey. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1910, II, Nr. 24 bis 27; Gesundh.-Ing. 1911, S. 358, 376, 393, 411.)

Lüftung und Entstäubung in Gießereibetrieben; von Hüttening. E. A. Schott. Die Frischluft wird durch ein Filter gereinigt und von einem Ventilator nach Erwärmung bzw. Abkühlung und nach Befeuchten mittels Rohrleitungen in den oberen Raum der Gießerei eingetrieben; die Abluft entweicht durch Austrittsöffnungen, die unter Atmungshöhe liegen. Diese Lüftung kann noch dadurch unterstützt werden, daß von den Trocknungsplätzen der Formerei Saugleitungen die entstehenden Dämpfe abführen und daß die Maschinen der Sandaufbereitungsanlagen eingekapselt und mit Staubabsaugung versehen werden. — Mit Abb. (Sozial-Technik 1910, S. 421; Gesundh.-Ing. 1911, S. 300.)

Heizung, Lüftung und Luftverbesserung in Fabrikgebäuden; von P. R. Moses. Sehr eingehende Abhandlung. (Eng. magazin 1910, S. 697, 865; Gesundh.-Ing. 1911, S. 247, 314.)

Künstliche Beleuchtung.

Gasfernzündung; von Dipl.-Ing. Schiefer. Geschichtliche Angaben über die Erfindungen von Gasfernzündern; Fernzündung von Gaslaternen durch Veränderung des Gasdruckes durch entsprechend eingestellte, den Gashahn öffnende und schließende Uhrwerke, durch Druckluft oder Elektrizität. Die Druckveränderung ist zu erreichen durch gespannte Membrane, beschwerte Lederbälge und beschwerte Tauchglocken unter Flüssigkeitsabschluß. Beschreibung der verschiedenen Fernzündungen. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1911, S. 736.)

Neues auf dem Gebiete der Grubenbeleuchtung. Die Firma G. Schanzenbach & Co. in Frankfurt a. M. liefert eine Glühlichtarmatur „Universum“, welche gegenüber den jetzt gebräuchlichen Hängearmaturen bessere Beleuchtung liefert. — Mit Abb. (Elektrot. Z. 1911, S. 350.)

Hintereinanderschaltung von Bogenlampen und Glühlampen; von W. Schäffer. Die Bogenlampen brennen am besten mit 40 bis 45 Volt Spannung. Da die gebräuchlichen Netzspannungen 110 oder 220 Volt sind, schaltete man mehrere Lampen hintereinander. Zur Erzielung einer gleichmäßigen Lichtbogenbildung dienen Vorschaltewiderstände, die die beim Anlassen und Regeln notwendige Spannungsänderung erzeugen und den beim Anlassen auftretenden Stromstoß vermindern, aber nicht unbedeutende Verluste ergeben. Man ersetzte sie daher durch Glühlampen, die aber beträchtliche Lichtschwankungen und starke Empfindlichkeit gegen Stromstöße zeigten. Schäffer schaltet nun den Bogenlampen die Glühlampen und Variatoren mit Polarisationszellen vor, d. h. Eisenwiderstände in Wasserstoffatmosphäre, die in gewissen Grenzen eine unveränderliche Stromstärke dadurch erhalten, daß sie ihren Widerstand ändern. Selbst bei starker Widerstandsänderung der Bogenlampen sollen die Glühlampen annähernd gleichmäßig brennen. Anordnungen für Wechselstrom. — Mit Abb. (Elektrot. Z. 1911, S. 425, 450.)

Ersparnisse bei Bogenlampen-Beleuchtung. Die „Beleuchtungs-Gesellschaft Berlin" hat 40 Anlagen mit Hintereinanderschaltung von Bogenlampen und Glühlampen ausgeführt und hierbei durch die neue Schaltungsweise 26 710 H.-K. Gratislicht erzielt, für die sonst 17 021,70 M. an Stromkosten zu zahlen wären. (Elektrot. Z. 1911, S. 501.)

Neue Flammenbogenlampen. Die Deutsche Gesellschaft für Bremerlicht stellt eine neue Fammenbogenlampe für Gleich- und Wechselstrom her. Anordnung; Lichtverteilung mit und ohne Verwendung einer Innenglocke. — Mit Abb. (Elektrot. Z. 1911, S. 599.)

Feuersicherheit von Elektrizität, Gas und Petroleum. Unter Bezugnahme auf die Ausführungen im Journal für Gasbeleuchtung 1911, Nr. 14, bezüglich der günstigen Stellung der Gasverbraucher in der Brandstatistik wird hervorgehoben, daß die von der Zentrale für Gasverwertung aufgestellte Uebersicht anfechtbar sei, da sie nicht nur die wirklichen Brandschäden für die einzelnen Licht- und Wärmequellen in Vergleich ziehe, sondern auch die mutmaßlichen, wobei die Elektrizität am schlechtesten wegkomme; auch sei nicht die Zahl der Abnehmer, sondern die Zahl der Lampen bei Beurteilung der Feuergefährlichkeit von Belang. Schätzungsweise ist jetzt die Zahl der elektrischen Lampen 40 Millionen, die der Gaslampen 20 Millionen. (Elektrot. Z. 1911, S. 470.)

Angriffe gegen die Elektrizität. In einem Flugblatt „Die neuesten Mißerfolge der Elektrizitäts-Industrie" sind mehrere Elektrizitätswerke zusammengestellt, die Konkurs angemeldet haben, und einige Projekte aufgeführt, die wegen voraussichtlichen Betriebsverlustes nicht zur Ausführung gekommen sind. Ferner ist in dem „Oberschlesischen Wanderer" vom 14. November 1910 angegeben, daß die elektrische Beleuchtung wegen der Ersatzkosten für die rasch zugrunde gehenden Glühlampen teurer als die Gasbeleuchtung ist. In einer Erwiderung wird gesagt, daß die Aeußerungen des Flugblattes einer Widerlegung nicht bedürfen, und dem Zeitungsartikel gegenüber wird auf die große Haltbarkeit der jetzigen Glühlampen aufmerksam gemacht. (Elektrot. Z. 1911, S. 396.)

Schattenbildung und ihre Berechnung; von Dr. K. Norden. Erörterung der Schattenbildung, die bei unmittelbarer oder halbmittelbarer Beleuchtung eines Punktes auftreten kann; Ableitung des Begriffs der „Schattigkeit", der für jede Beleuchtungsanlage einen bestimmten Zahlenwert besitzt und so eine Vergleichung von verschiedenartig beleuchteten Anlagen hinsichtlich ihrer Schattenverhältnisse ermöglicht. (Elektrot. Z. 1911, S. 607.)

C. Wasserversorgung, Entwässerung und Reinigung der Städte,

bearbeitet von Geh. Regierungsrat E. Dietrich, Professor an der Technischen Hochschule zu Berlin.

Oeffentliche Gesundheitspflege.

Internationale Hygiene-Ausstellung in Dresden 1911. — Mit Lageplan. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 381.)

Anforderungen an Wohnungen in gesundheitlicher Hinsicht. (Veröffentl. d. Kais. Gesundh.-Amts 1910, Nr. 38.)

Volksbad mit Wannen und Brausen; von Stadtbaumeister Spieß in Kaiserslautern. — Mit Abb. (Veröffentl. d. Deutschen Gesellschaft f. Volksbäder, Bd. 5, S. 361 ff.)

Kinder-Solbad in Dürrheim. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1911, S. 269.)

Verbrennungsofen auf dem Schlachthofe in Frankfurt a. M. Oefen von Kori. (Techn. Gemeindebl. 1911, April, S. 10.)

Krematorium auf dem Südfriedhofe in Leipzig. Wortlaut des sächsischen Feuerbestattungsgesetzes; Ordnung für die Leipziger Anlage. (Techn. Gemeindebl. 1911, April, S. 26.)

Wasserversorgung.

Allgemeines. Bestimmung der Grundwasserergiebigkeit nach verschiedenen Verfahren; von Dr.-Ing. G. Thiem. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 438.)

Enteisenung von Grundwasser. Die verschiedenen in Anwendung gebrachten Verfahren sind übersichtlich und vergleichend zusammengestellt von Reg.-Bauführer Dipl.-Ing. Jentsch. (Wochenschr. d. Berliner Arch.-Ver. 1911, S. 99.)

Gebrauch des Ozons zur Entkeimung von Wasser. — Mit Abb. (Génie civil 1911, Bd. 58, S. 536.)

Wassermesser von Lange für Hauptwasserleitungen. Theoretische Abhandlung von Dr.-Ing. Biegeleisen. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 260.)

Beziehungen des Kleinplanktons zur chemischen Beschaffenheit der Gewässer. Umfassende Arbeit von Prof. Dr. Kolkwitz. (Mitt. aus der Kgl. Prüfungsanstalt für Wasservers. u. Abwasserreinigung 1911, Heft 14, S. 145 bis 215.)

Entkeimung von Trinkwasser nach dem Hypochlorit-Verfahren. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1911, S. 321.)

Entkeimung von Wasser mittels ultravioletter Strahlen; von Dr. Grimm und Dr. Weldert. (Mitt. aus der Kgl. Prüfungsanstalt f. Wasservers. und Abwasserreinigung 1911, S. 85 bis 103.)

Bestehende und geplante Anlagen. Wasserversorgung von Chemnitz mittels Talsperren; ausführliche Mitteilung. — Mit Abb. (Wasser- u. Wegebau-Z. 1911, S. 122 ff.)

Wasserversorgung von Frankfurt a. M. durch künstliches Grundwasser, d. h. durch Zuleitung von Flußwasser in Rohrleitungen nach dem Landgebiete, aus dem die Wasserwerke in größerer Tiefe ihr Wasser entnehmen. (Wasser- u. Wegebau-Z. 1911, S. 140.)

Wasserturm in Beton und Eisen in sehr leichtem, durchbrochenem und ansprechend wirkendem Aufbau. — Mit Abb. (Génie civil 1911, Bd. 58, S. 502.)

Bauwerke der neuen Wiener Hochquellenleitung, Aquädukte und unterirdische Leitungen. — Mit Abb. (Bauwelt 1911, Nr. 44, S. 15.)

Ueberwölbter Eisenbeton-Wasserfilter in Toronto. — Mit Abb. (Eng. news 1911, I, S. 302.)

Wasserleitungstunnel unter dem Hudson in Newyork. — Mit Abb. (Eng. news 1911, I, S. 339.)

Einzelheiten. Verstärkung einer erhöhten Staumauer. — Mit Abb. (Eng. news 1911, I, S. 369.)

Staumauer aus Beton, in Wände und Wölbungen aufgelöst und in ungewöhnlich kurzer Zeit erbaut. — Mit Abb. (Eng. news 1911, I, S. 288.)

Beförderbare Vorrichtung einer Wasserreinigung mittels Hypochlorits (s. oben). — Mit Abb. (Eng. news 1911, I, S. 402.)

Neue mechanische Filteranlage für Wasserwerke. — Mit Abb. (Eng. record 1910, Oktober, S. 386.)

Künstliche Sohlensteine für Oxydationstropfkörper, in England mit Erfolg angewendet. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 405.)

Muffe und Ventil für Röhren mit hohem Druck. — Mit Abb. (Eng. news 1911, I, S. 553.)

Fernabsperrvorrichtung für Wasserleitungen, um zu ermöglichen, daß man zum Sperren bei Frost oder sonstigen besonderen Anlässen nicht in den Keller zu gehen braucht. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 242.)

Entwässerung.

Allgemeines. Bedeutung der Flora und Fauna für die Reinhaltung der Gewässer und ihre Beeinflussung durch Abgänge von Wohnstätten und Gewerben; von Prof. Dr. Marsson. Die im Wasser freischwebenden kleineren tierischen oder pflanzlichen Gattungen bilden das sog. Plankton. Diese Stoffe werden einer eingehenden Untersuchung bezüglich ihres Wirkens und ihrer Lebensbedingungen unterzogen. Der Gehalt des Wassers an Bakterien und Pilzen läßt auf den Grad an Verunreinigungen schließen. Die Abklärung des verunreinigten Wassers erfolgt durch die Kleinwesen der Pflanzenwelt und Tierwelt. (Mitt. aus d. Kgl. Prüfungsanstalt für Wasservers. u. Abwasserreinigung 1911, S. 1 bis 27.)

Reinhaltung der öffentlichen Gewässer in Industriegebieten durch Behandlung der Abwässer; von Dr. Imhoff. (Techn. Gemeindebl. 1911, Mai, S. 39.)

Bestimmung und Zusammensetzung der ungelösten Stoffe im Abwasser. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 305.)

Berechnung städtischer Entwässerungskanäle in Tabellenform; von A. Schulze. (Techn. Gemeindebl. 1911, April, S. 24.)

Bewährte Berechnungsarten für städtische Kanalisationen; von Ing. Grimm. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 367.)

Beseitigung der Fäkalien und Abfallstoffe aus Einzelgehöften mittels einfacher Faulgräben. — Mit Abb. (Baugew.-Z. 1911, S. 475.)

Bestehende und geplante Anlagen. Kostenlose Abwässerbeseitigung in Berlin mittels der Rieselfelder ist nach dem Berichte des Güterdirektors Schröder möglich, sofern man ausschließlich zum Gemüsebau und zu Kleinpachtungen übergeht. (Z. f. Transportw. und Straßenbau 1911, S. 288.)

Trocknen des Klärschlammes der Abwässerungsanlagen der Emschergenossenschaft; von Dr.-Ing. Spillner. Nacheinander wird das Trocknen des frischen Schlammes, des Faulraumschlammes und des Emscherbrunnenschlammes einer Besprechung unterzogen, auch bezüglich des Dungwertes der Stoffe, der Verwertung des in ihnen enthaltenen Fettes, der Nutzbarmachung des Heizwertes und der Art ihrer Beseitigung. Kostenangaben. (Mitt. aus der Kgl. Prüfungsanstalt für Wasservers. und Abwasserreinigung 1911, Heft 14, S. 27 bis 85.)

Biologische Behandlung der Abwässer von Paris bei Gennevilliers und die Einzelkonstruktionen der Anlage. (Génie civil 1911, Bd. 58, S. 361.)

Kanalisation von Syracuse (Nordamerika) mit 140 000 Einwohnern. Schwemmkanalisation, bei der ein Teil des Regenwassers durch Notauslässe beseitigt wird. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1911, S. 273.)

Erweiterung der Kanalisation von Toronto (360 000 Einwohner) mit großen Ablagerungsbecken und Kanälen aus Eisenbeton. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. und Straßenbau 1911, S. 319.)

Eigenartige Ausführungen bei amerikanischen Entwässerungskanälen. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. und Straßenbau 1911, S. 367.)

Verwendung geklärter Abwässer zur Kesselspeisung, in Amerika bei Wassermangel wiederholt angewendet. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 245.)

Einzelheiten. Spülschild für Entwässerungskanäle, durch Stauwasser selbsttätig vorwärts bewegt, in anderer als der bisherigen Art hergestellt. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 296.)

Sinkkasten mit Wasserspülung eigenartiger Anordnung. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1911, S. 246.)

Rechenanlage zur Reinigung von Kanalwasser. — Mit Abb. (Wasser- und Wegebau-Z. 1911, S. 90.)

Kläranlage zur Reinigung der Abwässer eines Schlachthauses. — Mit Abb. (Wasser- und Wegebau-Z. 1911, S. 79.)

Rechteckiger und wagerecht abgedeckter Eisenbeton-Kanal (Plattenkanal). — Mit Abb. (Wasser- u. Wegebau-Z. 1911, S. 88.)

Zulässigkeit des Rechtsweges bei der Gebührenforderung für Ableitung von Fabrikwässern in städtische Kanäle. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1911, S. 225.)

Behandlung der Kot- und Kehrichtabgänge durch Dampf in großen Fabriken, nach anderen amerikanischen Vorbildern in Columbus (Ohio) angewandt. (Génie civil 1911, Bd. 59, S. 52.)

Einführung von Abwässern aus einer Zellstoffabrik in einen Wasserlauf; Gutachten. Das Gutachten geht darauf hinaus, daß bei entsprechender Abkühlung der Abwässer vor der Einleitung unter 35° Celsius und Herabminderung des Gehaltes des Wassers an Zellulosefasern auf 50 ^{mg} im Liter und bei einem Abstande der Wasserentnahmestelle einer Stadt unterhalb der Fabrik von 12 ^{km}, auch bei einer Mindestwasserführung des Flusses von 200 $^{cbm}/_{Sek.}$ keine Nachteile zu erwarten sein werden. (Mitt. aus der Kgl. Prüfungsanstalt für Wasservers. u. Abwasserreinigung 1911, Heft 14, S. 119 bis 145.)

Abwasserbeseitigung in einer Fabrik für photographische Papiere usw. mit 1000 Arbeitern derart, daß die Wasser durch chemische Behandlung von den unmittelbar schädlichen Stoffen befreit werden, wobei durch Wiedergewinnung verlorener Stoffe teilweise auf Kostendeckung gerechnet wird. Sodann soll durch Klärung für Ablagerung von Dickstoffen gesorgt werden und für weitergehende chemische Behandlung des Wassers vor der Ableitung in einen öffentlichen Wasserlauf. (Mitt. aus d. Kgl. Prüfungsanstalt für Wasservers. u. Abwasserreinigung 1911, Heft 14, S. 103 bis 119.)

D. Strafsenbau,

bearbeitet von Geh. Regierungsrat E. Dietrich, Professor an der Technischen Hochschule zu Berlin.

Bebauungspläne und Bauordnungen.

Vorschlag einer Zentralberatungsstelle für Städtebau, besonders für Groß-Berlin. (Wochenschrift d. Berliner Arch.-Ver. 1911, Nr. 10, 11 und 18.)

Bebauungspläne; Bericht nach Vorträgen des Landesbaurats Prof. Goecke. (Techn. Gemeindebl. 1911, April, S. 19.)

Krumme Straßen sind in windreichen Ortschaften, im Gebirge und unweit der See geraden Straßen vorzuziehen. (Wasser- und Wegebau-Z. 1911, S. 140.)

Bebauungsplan für das Südgelände von Schöneberg-Berlin. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1911, S. 314 ff.)

Städtebauliche Ausbildung der Frankfurter Wiesen bei Leipzig. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1911, S. 421.)

Strafsenneubau.

Allgemeines. Tabellarische und graphische Vergleichung der Straßen der einzelnen preußischen Provinzen und ihres Zuwachses mit den Eisenbahnen; von Geh. Rat Voiges. Es ergibt sich ein beachtenswertes Bild davon, wie die Straßenbautätigkeit in manchen Provinzen zurückgeblieben ist. (Wasser- und Wegebau-Z. 1911, S. 115.)

Schotterstraßen in der Schweiz, ihre Herstellung und Unterhaltung. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1911, S. 300.)

Straßenpflaster in Brüssel. Fast durchweg Steinpflaster und nur 1% Teermakadam, 1½% Asphalt und je 6 bis 7% Steinschlagbahn oder Holzpflaster. Beschreibung der Arten und ihrer Herstellung. (Z. f. Transportw. u. Straußenbau 1911, S. 291.)

Ausnahmetarife für Pflastersteine an Stelle von Eingangszöllen für ausländische Steine sind vom Landeseisenbahnrat wieder abgelehnt worden. (Wasser- u. Wegebau-Z. 1911.) Da der Reichstag inzwischen auch die Eingangszölle abgelehnt hat, bleibt die deutsche Pflastersteinindustrie in ihrer mißlichen Lage.

Straßenwesen der öffentlichen Landstraßen in Oesterreich. Geringe Entwicklung. (Wasser- und Wegebau-Z. 1911, S. 157.)

Einzelheiten. Straßenpflaster aus Beton wird nach einem amerikanischen Berichte gelobt. (Bei der geringen Härte des Betons gegenüber natürlichen Steinen und den kleinen Abmessungen der verwendeten Steine erscheint es als nicht recht glaubwürdig.) (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1911, S. 227.)

Fußwegplatten aus Klinkerbeton, der aus den gemahlenen Klinkern der Müllverbrennungsanstalten und Asphalt bzw. Asphaltersatz hergestellt wird. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1911, S. 246.)

Neue Steinbrechmaschine mit schwingenden Hämmern und Gittern. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1911, S. 252.)

Abrundung der Bordsteinecken auf Bürgersteigen. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1911, S. 267.)

Erfahrungen mit Teerung auf Straßen und Plätzen in Wiesbaden; sehr eingehender Bericht vom Stadtbauinspektor Scheuermann. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1911, S. 243 ff.)

Amtliche englische Vorschriften über die Anwendung von Teer und Pech beim Straßenbau. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1911, S. 396.)

Fahrdämme aus Zementbeton; amerikanische Ausführungsvorschriften. (Eng. news 1911, I, S. 283.)

Straßengräben und Straßenrinnen; von Prof. R. Krüger. Zusammenstellung der üblichen Ausführungsarten. — Mit Abb. (Wasser- und Wegebau-Z. 1911, S. 85.)

Betonprismen als Unterlage für Asphaltplattenpflaster finden steigende Anwendung. (Wasser- u. Wegebau-Z. 1911, S. 92.)

Eiserne Gleisbahnen in Landstraßen. Die Anordnung wird für die Provinz Hannover, soweit nicht vorzugsweise Frachtfuhrwerk verkehrt, vom Geh. Rat Nessenius nicht günstig beurteilt. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1911, S. 225.)

„Vulkanol“; Fahrbahnplatten aus Granit, Basalt und Porphyrgus und einem nicht genannten Flußmittel; Druckproben; Abmessungen usw. Reichlich ausführliche Besprechung. (Am besten werden Probestrecken im Laufe einiger Jahre die Verwendbarkeit des Materials dartun oder eine sachgemäße Untersuchung im Prüfungsamt.) (Städtischer Tiefbau 1910, Nr. 12 u. 13; Techn. Gemeindebl. 1911, April, S. 12.)

Dienstgebäude für einzelne Straßenmeister. — Mit Abb. (Wasser- u. Wegebau-Z. 1911, S. 127.)

Strafsenunterhaltung, Beseitigung des Strafsen- und Hauskehrichts.

Ergebnis von Probeteerung gegen Staubentwicklung auf den Havel-Chausseen bei Berlin; beachtenswerter amtlicher Bericht. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1911, S. 277.)

Verminderung der Schlüpfrigkeit von Asphaltpflaster soll nach amerikanischen Berichten erfolgreich durch Besprengen mit heißem Oel und Sandüberzug zu erreichen sein. Das Verfahren trägt aber die Gefahr in sich, daß das Bitumen von dem eindringenden Oele ungünstig beeinflußt und daß die Abnutzung der Fläche vermehrt wird. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1911, S. 246, 299.)

Wickeln der Räder, d. h. das Haften und Hochfliegen des Schmutzes, besonders bei Automobilfahrten. Geh. Baurat Gravenhorst empfiehlt dagegen für Landstraßen in erster Linie Kleinpflaster. (Wasser- u. Wegebau-Z. 1911, S. 133.) Nach Ansicht des Berichterstatters wird dieses Wickeln auf Landstraßen auch durch Chaussierungen mit guter Innenteerung (Teer und Pechmischung) verhindert.

Reinigung und Besprengung der Straßen in den großen Städten; Bericht von Baurat Höpfner aus Anlaß des internationalen Straßenkongresses in Brüssel. (Techn. Gemeindebl. 1911, April, S. 1.)

Straßenreinigung in Schöneberg-Berlin mittels elektrischer Waschautomobile im Sommer und eiserner Schneepflüge im Winter. (Techn. Gemeindebl. 1911, April, S. 11.)

Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Verfahren zur Müllbeseitigung; von Dr.-Ing. Brandis. (Techn. Gemeindebl. 1911, Mai, S. 40.)

E. Eisenbahnbau,

bearbeitet vom dipl. Ingenieur Alfred Birk, o. ö. Professor an der Deutschen Technischen Hochschule in Prag.

Linienführung und Allgemeines.

Selbstkosten der Beförderung im Personen- und Güterverkehr; von A. Rühle v. Lilienstern. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1911, S. 37.)

Neue Methoden für das Studium des Linienzuges der Eisenbahnen (s. **1911**, S. 276); von Ing. P. Le Fort. — Mit Abb. (Rev. génér. des chem. de fer 1911, I, S. 45.)

Zur Frage des Uebergangsbogens (s. **1909**, S. 532). Bauamtmann Uhlfelder erörtert unter Bezugnahme auf neuere Arbeiten die Frage der Länge der Uebergangsbogen. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1911, S. 62.)

Fehler in der Gleislage und ihre Beseitigung; vom Vermessungstechniker Julius Galinsky. Es wird namentlich die Anwendung parabolischer Uebergangsbogen empfohlen. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1911, S. 112, 135.)

Bautechnische Anlagen der Versuchsbahn in Oranienburg. — Mit Abb. (Ann. f. Gew. u. Bauw. 1911, I, S. 61.)

Abwicklung des Berliner Eisenbahnverkehrs; Vortrag von Regierungs- und Baurat Denicke. — Mit einer Uebersicht der Reiseverbindungen. (Ann. f. Gew. u. Bauw. 1911, I, S. 195.)

Wesen und Aufgabe städtischer Straßen- und Schnellbahnen mit Beziehung auf die Wiener Schnellverkehrsfrage (s. 1910, S. 263); von E. Biedermann, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspektor a. D. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1911, S. 537.)

Die Einführung der linksufrigen Zürichseebahn in den Hauptbahnhof Zürich. Besprechung des Entwurfes mit Lageplan, Längenprofil und Einzelplänen. (Schweizer. Bauz. 1911, I, S. 112, 124, 156, 247, 298.)

Ofenbergbahn; kurze Mitteilung über den Plan mit Karte und Längenprofil. (Schweizer. Bauz. 1911, I, S. 25.)

Eisenbahnwesen in Nordchina. Die Bahnlinie Peking-Kalgan ist die erste ausschließlich mit chinesischem Kapital und von einheimischen Ingenieuren erbaute Bahn Nordchinas. — Mit Karte. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baud. 1911, S. 238.)

XXV. Jahrestag der Gründung des internationalen Eisenbahn-Kongreß-Verbandes. Umfassender Bericht über die Tätigkeit des Verbandes; Mitteilung der Beschlüsse auf den Kongressen. (Bull. d. internat. Eisenb.-Kongreß-Verb. 1911, S. 105.)

Afrikanische Ueberlandbahnen. Technisch-wirtschaftliche Betrachtungen von Geh. Regierungsrat Schwabe. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1911, S. 729.)

Eisenbahnwesen in Südchina. — Mit Uebersichtskarte. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baud. 1911, S. 283.)

Betrieb auf Eisenbahnen untergeordneter Bedeutung. Auszug aus dem Berichte des Ingenieurs Ploeg für den internation. Eisenbahnkongreß. Gesetzgebung; Betriebsergebnisse. (Mitt. d. Ver. f. d. Förder. d. Lokalbw. u. Straßenbw. 1911, S. 61.)

Statistik.

Betriebslänge der Bahnen des Vereins deutsch. Eisenb.-Verwaltungen am 1. Januar 1911 (s. 1911, S. 277). 106 496,60 km. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1911, S. 47.)

Statistik der Eisenbahnen Deutschlands für 1909 (s. 1910, S. 490). Eigentumslänge der vollspurigen Bahnen 58 444 km; hiervon 54 947 km Staatsbahnen. 34 304 km wurden als Hauptbahnen betrieben. Eigentumslänge der Schmalspurbahnen, ausschließlich der Kleinbahnen, 2173 km. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1911, S. 269.)

Betriebsergebnisse der preußisch-hessischen Staatsbahnen im Rechnungsjahre 1909 (s. 1910, S. 490). Gesamtlänge 37 391 km, davon dienten dem öffentlichen Verkehre 36 923 km Voll- und 239 km Schmalspurbahnen. Als Hauptbahnen wurden 21 887 km betrieben; eingleisig waren 21 196 km. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1911, S. 307.)

Aus dem Betriebsbericht der preußisch-hessischen Staatsbahnen für das Rechnungsjahr 1909. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1911, S. 683.)

Betriebsergebnisse der Reichseisenbahnen in Elsaß-Lothringen und der Wilhelm-Luxemburg-Eisenbahnen im Rechnungsjahr 1909 (s. 1910, S. 264). Eigentumslänge 1875,3 km, vovon 78,1 km schmalspurig; 424,3 km wurden als Nebenbahnen betrieben. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Ver. 1911, S. 108.)

Länge der dem Internationalen Uebereinkommen über den Eisenbahn-Frachtverkehr unterstellten Strecken am Ende von 1910. 244 267 km. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1911, S. 13.)

Finanzielle Ergebnisse der sächsischen Staatseisenbahnen im Jahre 1909 (s. 1910, S. 490). (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1911, S. 324.)

Staatliche Schmalspurbahnen Württembergs (s. 1910, S. 491). Die fünf Bahnen haben eine Betriebslänge von 101,28 km und kosteten im Durchschnitte 82 429 M. für 1 km. Die Betriebsausgaben stellten sich auf 5113 M. für 1 Betriebskilometer; der Betriebsüberschuß beträgt 0,60 % des Staatsbauaufwandes. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1911, S. 748.)

Lokalbahnen in Ungarn im Jahre 1908. (Mitt. d. Ver. f. d. Förd. d. Lokalb.- u. Straßenbw. 1911, S. 90.)

Eisenbahnen der Schweiz im Jahre 1908 (s. 1911, S. 278). (Rev. génér. des chem. de fer 1911, S. 531.)

Schweizerische Eisenbahnen im Jahre 1910. (Schweiz. Bauz. 1911, I, S. 286, 315.)

Betriebsergebnisse der französischen Staatsbahnen im Jahre 1909 (s. 1910, S. 265). Gesamtlänge 9137 km, davon 355 km schmalspurig. (Rev. génér. des chem. de fer 1911, I, S. 297.)

Bericht der italienischen Staatsbahnen über das Betriebsjahr 1909/10 (s. 1910, S. 491). Länge des Netzes 13 302 km, wovon 2312 km doppelgleisig sind. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1911, S. 253.)

Entwicklung des spanischen Eisenbahnnetzes. — Mit Uebersichtskarte. (Rev. génér. des chem. de fer 1911, S. 387.)

Verkehrswege Rußlands. Allgemeiner Ueberblick. (Rev. génér. des chem. de fer 1911, I, S. 477.)

Russische Eisenbahnen 1898 bis 1907 (s. 1910, S. 265). (Rev. génér. des chem. de fer 1911, I, S. 307.)

Eisenbahnen Dänemarks und ihre Entwicklung. — Mit Uebersichtskarte. (Rev. génér. des chem. de fer 1911, I, S. 472.)

Eisenbahnen Rumäniens. Entwicklung und Uebersicht. — Mit Karte. (Rev. génér. des chem. de fer 1911, I, S. 542.)

Betriebsergebnisse der Eisenbahnen Großbritanniens für das Jahr 1908. Gesamtlänge 37 337 km; hiervon 20 798 km zweigleisig. (Rev. génér. des chem. de fer 1911, I, S. 98, 369.)

Die Eisenbahnen von Englisch-Indien im Jahre 1908 (s. 1911, S. 278). Gesamtlänge 49 197 km; davon hatten 25 664 km die Spur von 1,67 m, 20 697 km jene von 1 m, der Rest verschiedene Spuren. (Rev. génér. des chem. de fer 1911, I, S. 466.)

Japanische Eisenbahnen im Jahre 1909 (s. 1910, S. 265). Gesamtlänge 5029 engl. Meilen, wovon 4552 Meilen Staatsbahnen. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1911, S. 57.)

Ausgeführte Bahnen.

Neu hergestellte Nebenbahnen in Württemberg. Einige technische Angaben über die vollspurigen Nebenbahnen Herrenberg-Pfäffingen (Tübingen), Isny-Sibratshofen, Weikersheim-Creglingen. (Mitt. d. Ver. f. d. Förd. d. Lokal- u. Straßenbw. 1911, S. 53.)

Transandinobahn. Kurze Mitteilung. — Mit Karte. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1911, S. 311.)

Ostafrikanische Mittellandbahn Daressalam-Morogoro-Tabora und ihre Fortführung zum Tanganjikasee. Geschichtliche und wirtschaftliche Mitteilungen. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1911, S. 573.)

Regierungsbahn in Sierra Leone, erste Eisenbahn in den britischen Besitzungen Westafrikas. Bautechnische und Betriebs-Mitteilungen. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1911, S. 621.)

Eisenbahnunterbau.

Verwendung der Lokomotivasche bei der Erhaltung der Bahndämme; von W. Bauer, Inspektor der Buschtehrader Eisenbahn. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1911, S. 714.)

Schneeschutzgalerien auf den Rhätischen Eisenbahnen. Kurze Mitteilung. — Mit Abb. (Rev. génér. des chem. de fer 1911, I, S. 327.)

Eisenbahnoberbau.

Güteprüfung der Schienen (s. **1911**, S. 279). Kurze Mitteilung über die bisher gemachten Vorschläge zur Bestimmung der Verschleißfestigkeit. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1911, S. 233.)

Schienenstoß. Verhandlungen des Internationalen Eisenbahnkongresses. (Bull. d. internat. Eisenb.-Kongreß-Verb. 1911, S. 335.)

Beseitigung der schädlichen Einflüsse des Schienenstoßes. Bericht des Unterausschusses des Ausschusses für technische Angelegenheiten des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1911, S. 110.)

Bleibende Formveränderungen an den Schienenenden (s. **1911**, S. 279). Kurze Erklärung von Dr. Raschka. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1911, S. 64.)

Schienenwanderung in der Richtung des Verkehrs (s. **1910**, S. 492). K. den Tex erblickt die Ursache in der Schaukelbewegung der Querschwelle unter der rollenden Last. — Mit Abb. (Bull. d. internat. Eisenb.-Kongreß-Verb. 1911, S. 242.)

Berührungsfläche zwischen Rädern und Schienen. (Eng. news 1910, Februar; Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1911, S. 17.)

Betoneisenquerschwelle nach der Bauart von Ing. von Moné **1910**. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1911, S. 279.)

Fahrbahnbefestigung auf Wegübergängen in Schienenhöhe nach H. Weiß. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1911, S. 46.)

Stellung des Merkzeichens zwischen zusammenlaufenden Gleisen; von Reg.-Baumeister Bloß. Linienbilder für verschiedene Verhältnisse. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1911, S. 86.)

Oberbau der nordamerikanischen Eisenbahnen; von Ing. Dr. Hans Raschka. Beschreibung und Abbildung der typischen nordamerikanischen Oberbauformen. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1911, S. 222.)

Gleisumbauten und Gleisneubauten der französischen Nordbahn in der Nähe von Paris zur Erleichterung und Sicherung des Zugverkehrs. — Mit Abb. (Rev. génér. des chem. de fer 1911, I, S. 405.)

Neuerungen im Bau von Weichen. Oberbaurat Schmitt in Oldenburg bespricht die Neuerungen bei Federweichen und ihre Anwendung für Kreuzungsweichen. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1911, S. 138.)

Vorrichtung zur Verminderung der Reibung bei Eisenbahnweichen; von Oberrevident K. König. Die Zungen werden von Rollen getragen, die mit ihren Zapfen auf einer federnden, wagerechten Unterlage ruhen; die Rollenzapfen wälzen sich nun auf der wagerechten Unterlage, die Rollen selbst dagegen auf einem die Zungen aufnehmenden Träger ab, wodurch rollende Reibung erzielt wird. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1911, S. 63.)

Adams-Drehscheibe. Die Hauptträger sind an verschiedenen Stellen durch Räder unterstützt, die auf einer Anzahl gleichmittiger kreisförmiger Schienen laufen, während der Mittelzapfen keine Last trägt. — Mit Abb. (Eng. news 1910, Band 63; Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1911, S. 51.)

Gleisumbau der städtischen Straßenbahn Zürich. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1911, I, S. 167.)

Fehler in der Gleislage der Straßenbahnen und ihre Beseitigung; von Vermessungstechniker J. Galinsky. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenb. 1911, S. 230, 255.)

Neue Oberbauform für elektrische Klein- und Straßenbahnen. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenb. 1911, S. 376.)

Entwicklung des Oberbaues der Feld- und Industrie-Bahnen; von Adolf Bielschowsky. — Mit Abb. (Ann. f. Gew. u. Bauw. 1911, I, S. 15, 21, 41.)

Holztränkanlage der Eppinger- und Russell-Gesellschaft in Jacksonville (Florida). (Eng. news 1910, Bd. 63; Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1911, S. 35.)

Bahnhofsanlagen und Eisenbahnhochbauten.

Neue Ausbildung von Stirnrampen. An der Stirnseite sind Räume für die Puffer und den Zughaken ausgespart und mit Blech überdeckt. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1911, S. 101.)

Erweiterung des Bahnhofs Grunewald bei Berlin. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1911, S. 731.)

Badischer Bahnhof zu Basel. Geschichtliche Mitteilungen. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1911, S. 5.)

Elektrischer Bahnbetrieb.

Elektrisierung der Eisenbahnen; von G. Westinghouse. Hinweis darauf, wie dringend notwendig es ist, ein einheitliches, allgemeines elektrisches Bahnsystem anzustreben. (Bull. des internat. Eisenb.-Kongreß-Verb. 1911, S. 273.)

Elektrisierung der Wiener Stadtbahn. Bericht über die zum Studium der Frage vom Eisenbahnministerium eingerichtete Untersuchung. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1911, S. 118.)

Elektrische Straßenbahnlinien mit steilem Gefälle haben in einigen Städten Amerikas zur Sicherung der Fahrt eine unterirdische Anlage mit Gegengewicht erhalten. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1911, S. 375.)

Elektrische Zugförderung auf der Strecke Blankenese-Ohlsdorf. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1911, S. 211.)

Elektrische Bahn Martigny-Orsières. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1911, I, S. 215, 227.)

Aufsergewöhnliche Bahnen.

Zusammenstellung der bedeutenderen Zahnradbahnen nach Abt. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1911, S. 138.)

Eisenbahn von Corsovado (bei Rio de Janeiro), die erste Zahnradbahn nach Riggenbach in Amerika. An Stelle des ursprünglichen Dampfbetriebes ist jetzt der

elektrische Betrieb eingeführt. — Mit Abb. (Rev. génér. des chem. de fer 1911, I, S. 205.)

Brig-Furka-Disentis-Bahn. Die Ausführung ist gesichert. Spurweite 1 m; Scheiteltunnel 1850 m lang; kleinster Halbmesser 80 m; größte Steigung 90 ‰; bei über 40 ‰ Anwendung der Zahnstange. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1911, I, S. 317.)

Niesen-Bahn. Zwei Seilbahn Abteilungen mit zusammen 3524 m schiefer Länge und 1649 m Steigung. Größte Steigung 680 v. T. Die sehr flachen Gefällsausrundungen sind als Parabeln mit senkrechter Achse und wagerechter Scheiteltangente angelegt; den Unterbau bildet ein durchwegs gemauerter Körper. — Mit Abb. (Schweizer. Bauz. 1911, I, S. 175, 189, 203.)

Scherlsche Einschienenbahn (s. **1911**, S. 280). Erörterung der Anschauungen des Dr. Martienssen, des Obering. Kurt Wiesinger, des Dr.-Ing. A. Kürth. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1911, S. 666.)

Eisenbahnbetrieb.

Sandgleise. Ausführliche Besprechung einiger Einzelheiten von Geh. Rat Dr.-Ing. Köpcke. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1911, S. 105, 121.)

Verallgemeinerung leitender Signalgrundsätze; von L. Kohlfürst. — Mit Abb. (Bull. des internat. Eisenb.-Kongreß-Verb. 1911, S. 54.)

Beitrag zu den von Cauer und von Martens vorgeschlagenen Aenderungen der Eisenbahnsignale (s. **1911**, S. 281); von Geh. Baurat A. Richter. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1911, S. 69.)

Weichensignale bei ferngestellten doppelten Kreuzungsweichen. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1911, S. 409.)

Elektrische Weichenbeleuchtung. Günstige Erfahrungen bei der Mecklenburgischen Friedrich-Wilhelm-Eisenbahn. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1911, S. 635.)

Blockanordnung mit Wechselstrom auf den elektrischen Bahnen der Vereinigten Staaten. — Mit Abb. (Rev. génér. des chem. de fer 1911, I, S. 548.)

Selbsttätige Blocksignale und Zugbremsen auf der eingleisigen Städtebahn der Wasserkraft-Gesellschaft zu Washington. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1911, S. 202.)

Neuere Ausführungen von Preßluft-Stellwerken; von L. Kohlfürst. — Mit Abb. (Schweizer. Bauz. 1911, I, S. 119, 133.)

Zugsicherungsapparat von van Braam (s. **1911**, S. 281). Vortrag des Erfinders. Mitteilungen des Geh. Baurates Hoogen über die Versuchsergebnisse auf den preußischen Staatsbahnen. — Mit Abb. (Ann. f. Gew. u. Bauw. 1911, I, S. 2.)

Entgleisungsursachen und die Deutung der Aufschreibungen des Gleismessers von Dorpmüller. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1911, S. 161.)

Gleismaß für alle Messungen nach J. Westmeyer. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1911, S. 128.)

Bahnkreuzungen in Schienenhöhe auf den Linien der „Pacific Electric Railway“. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1911, S. 553.)

Verschiedene gebräuchliche Arten des Umladens der Güter zwischen Bahnen verschiedener Spurweite. Mitteilungen über die Verhandlungen auf dem internationalen Eisenbahnkongresse. (Mitt. d. Ver. f. d. Förd. d. Lokalb.- u. Straßenbw. 1911, S. 93.)

Ermittelung der Anzahl der Gleisunterhaltungsarbeiter und der Gleisunterhaltungskosten; vom techn. Eisenb.-Rechnungsrevisor Lotz in Mainz. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1911, S. 215.)

F. Grund- und Tunnelbau,

bearbeitet vom Geh. Baurat L. von Willmann, Professor an der Technischen Hochschule zu Darmstadt.

Grundbau.

Eisenbetonpfähle als Unterbau für eine Kranfahrbahn in Aken a. E.; von R. Richter. Die Hafenböschung bestand aus aufgeschüttetem Boden und die tragfähigen Bodenschichten lagen erst etwa 5 m unter der Oberfläche. Daher wurde eine Gründung mit Eisenbetonpfählen gewählt. Die 6,5 m langen Pfähle hatten einen Querschnitt von 30 auf 30 cm und waren mit 4 Rundeisen von je 20 mm Durchmesser bewehrt, die durch 8 mm starke Bügel zusammengehalten wurden, deren Entfernung in der Mitte 30 cm, an den beiden Enden 12 bis 15 cm betrug. Die Pfähle wurden in liegender Stellung in Holzformen gestampft. Beschreibung der Herstellung sowie der Einrammung, die durch Spülung erfolgte, worauf die Pfähle gegenseitig verankert wurden. — Mit Abb. u. Schaub. (Beton u. Eisen 1911, S. 216.)

Pfeilergründung der Hackensack-Fluß-Brücke im Zuge der Erie-Eisenbahn. Die Brücke hat eine Länge von rd. 315,5 m und besitzt außer einer Drehbrücke von rd. 46 m Spannweite mehrere kleinere feste Oeffnungen von 13, 14 und 22,5 m Weite. Sämtliche Pfeiler sind aus Beton hergestellt und wurden auf Holzpfahlrosten mit Balkenrostabdeckungen gegründet, die im Schutz von Fangdammwänden geschlagen wurden. Beschreibung der Gründung. — Mit Abb. u. Schaub. (Eng. record 1911, Bd. 63, S. 224.)

Gründung des Süd-Chicago-Werkes der Iroquois-Iron Comp. Besprechung der Gründung und der dabei benutzten Gerüste und Rammvorrichtungen des an der Mündung des Calumnet-Flusses in den Michigansee hineingebauten Hüttenwerkes, das ganz auf Holzpfählen mit Betonabdeckung ruht. — Mit Lageplan, Abb. u. Schaub. (Eng. record 1911, Bd. 63, S. 448.)

Gründung des Eisenbeton-Reservoirs für Jacksonville (Fla.). Das Reservoir hat eine Grundfläche von 46 auf 91,4 m und wurde wegen des nachgiebigen Untergrundes auf 12,2 m langen Pfählen mit Eisenbetonabdeckung gegründet. Kurze Beschreibung. — Mit Schaub. (Eng. record 1911, Bd. 63, S. 239.)

Schwierige Gründung am Hauserlake-Damm, Montana; von Mc Kay. Die Gründung der 18,6 m über Talsohle sich erhebenden, 204 m langen, ganz in Beton ausgeführten Staumauer erfolgte auf Senkkasten, deren Unterkanten 15,6 m unter die Talsohle abgesenkt werden mußten. Beschreibung der Bauausführung. — Mit Abb. (Eng. news 1911, I, S. 743.)

Vorrichtung zur Herstellung von Betonpfählen im Erdreich, D. R. P. 221609 für Simon Hegewald in Nürnberg. Der Nachteil, daß bei der üblichen Herstellungsweise das Wasser im Futterrohr hochsteigt und die Betonmischung ungünstig beeinflußt, soll dadurch beseitigt werden, daß im Futterrohr ein oben abgeschlossener Einsatz angebracht wird, der mit der kegelförmig erweiterten Mündung des Futterrohres luftdicht verbunden ist. In den Deckel dieses Einsatzes mündet ein zum Einfüllen des Betons dienendes Rohr; auch ist in einer Stopfbüchse ein Stampfer angebracht, und es kann unter Druckluft die Einfüllung erfolgen. — Mit Abb. (Beilage 20, S. 27, zur Deutsch. Bauz. 1911.)

Neue Gründungsverfahren; von Pollak. Die von A. Wolfsholz (s. 1911, S. 397) mitgeteilten Verfahren zur Erhöhung der Tragfähigkeit eines Baugrundes durch verschiedene Arten der Einbringung von Zement in den Baugrund werden besprochen. (Z. d. österr. Arch.- u. Ing.-Ver. 1911, S. 283.) — Die Verfahren von Wolfsholz werden gleichfalls beschrieben. — Mit Abb. (Génie civil 1911, Bd. 59, S. 126.)

Verfahren zur Gründung auf Hohlpfählen mit Mantelrohr, D. R. P. 231033 für H. C. E. Eggers & Co., G. m. b. H. in Hamburg. Auf einem als Erdschraube ausgebildeten Pfahlschuh sitzt ein äußeres, in einen Ring endigendes Mantelrohr auf. Der Pfahlschuh kann, soweit erforderlich, in den Boden eingebohrt werden. In den erwähnten Ring wird das eigentliche, mit Seitenlöchern versehene Pfahlrohr eingeführt und kann, entsprechend der Absenkung des Pfahlschuhes, beliebig tief abgesenkt werden, worauf Abdichtungsmassen, wie Zementmilch, Asphalt usw., eingepreßt werden, die durch die Löcher teils in den Boden, teils zwischen Pfahlrohr und Mantelrohr eindringen und ersteres auch nach dem Verrosten des Mantelrohres mit einer schützenden Hülle umgeben. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 273.)

Anwendung von Beton-Blechrohrpfählen. Ing. Kafka weist, nachdem in einem Vortrage von A. Porr der Baudirektor Ing. Ottokar Stern als Erfinder der neuen Blechrohrpfähle genannt wurde (s. Beton u. Eisen 1911, S. 62), darauf hin, daß die neuen, auf seiner Idee beruhenden Beton-Blechrohrpfähle (Oesterr. Patent d. Allgem. Bauges. Nr. 43112, vom 29. Januar 1908) den Pfahlschuh nicht am Blechrohr, sondern am Rammkern befestigt erhalten haben, so daß er stets wieder zurückgewonnen werden kann, während er bei den Pfählen nach Patent Stern verloren geht. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1911, S. 250.)

Pfahlramme mit Garvies Dampfbär. Die Ramme hat einen festgelagerten, einfach wirkenden Zylinder, dessen Kolbenstange durch ein Querhaupt und zwei Zugstangen mit dem Bär verbunden ist. Einzelheiten des Rammgerüstes werden mitgeteilt. — Mit Abb. u. Schaub. (Eng. 1911, I, S. 752.)

Hebezeug „Samson“ zum Ausziehen von Pfählen, von der Maschinenfabrik Adolf Graf angefertigt. Ein Handhebel hebt durch Vermittelung einer in einem Gehäuse eingeschlossenen Zahnradübersetzung eine durch einen Unterbau gestützte Zahnstange mit der an ihr befestigten, um den Pfahl geschlungenen Kette durch Auf- und Abbewegen an und zieht damit den Pfahl in die Höhe. — Mit Schaub. (Zement u. Beton 1911, S. 240.)

Verfahren zum Absteifen der Baugruben, D. R. P. 228476 von Siemens & Halske, A.-G. in Berlin. Eiserne, mit entsprechenden Durchlochungen versehene Röhren werden an den Seiten der Baugruben durch Drehen und Einspülen aufgestellt. Hinter ihnen können dann in verschiedener Weise die Bohlen durch an den Röhren mittels Dorne oder Bügel befestigte Leisten in wagerechter Stellung angebracht werden. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 320.)

Tunnelbau.

Tunnelbau mit Schild und Preßluft; Versuche mit Ausmauerung in Beton; von M. Hallinger und S. Fagerberg. Die Vorteile der Betonbauweise gegenüber der Ausführung in Ziegelmauerwerk werden hervorgehoben, wobei besonders betont wird, daß Beton, der unter hohem Druck eingepreßt wird, die Hohlräume gut ausfüllt und sehr rasch den Gebirgsdruck aufnimmt. — Mit Abb. (Mitt. über Zement, Beton usw. S. 52 u. 55, Beibl. d. Deutsch. Bauz. 1911.)

Der Hamburger Elbtunnel soll im Juni 1911 eröffnet werden. Die Kosten stellen sich statt auf 10, auf 11 Millionen M. (Schweiz. Bauz. 1911, I, S. 224.)

Gesundheitliche Erfahrungen beim Druckluftbetrieb des Hamburger Elbtunnels. Die Erkrankung nach dem Verlassen der Druckluft wird auf das Austreten von Gasblasen aus dem in der Druckluft mit Stickstoff gesättigten Blut zurückgeführt. Als Vorsichtsmaßregeln werden angeführt: die Schleusungszeit f. d. ^{at} Ueberdruck war zu etwa 20 Minuten vorgeschrieben, die Arbeitszeit entsprach ebenfalls der Höhe des Luftdrucks, und zwar 6 Stunden bei 1,5 bis 2 ^{at}, abnehmend bis zu 2 mal $2^1/_2$ Stunden bei 3 bis 3,5 ^{at}. Die Aenderung des Luftdrucks durfte nicht gleichmäßig, sondern mußte im Anfang schneller erfolgen. Eine Sanitätsschleuse war vorhanden, in der die erkrankten Arbeiter wieder unter Luftdruck gesetzt wurden. Diese Maßregel hat bei über 70% der Erkrankungen geholfen. Bei 730 Erkrankungen kamen nur 4 Todesfälle vor. (Schweiz. Bauz. 1911, I, S. 276.)

Der Martinswandtunnel im Zuge der Mittenwaldbahn wurde am 16. Mai 1911 durchgeschlagen. Er ist mit 1804 ^{m} Länge der längste der 14 Tunnel in der Strecke Innsbruck-Scharnitz, liegt fast durchweg in der Geraden und erhielt das überhöhte österreichische Profil für vollspurige eingleisige Tunnel von 5,7 ^{m} lichter Höhe und 5,5 ^{m} lichter Weite. Begonnen wurde er am 10. März 1910 an beiden Enden. Die Mauerung wurde zum größten Teil nach der österreichischen Bauweise von unten herauf durchgeführt; nur für einen kleinen Teil kam die belgische Bauweise (Mauerung der Kalotte vor den Widerlagern) zur Anwendung. Die Auskleidung erfolgte durchweg in Beton. Kurze Beschreibung der Bauarbeiten. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1911, S. 703.)

Bau der zweiten Tunnelröhre des Simplontunnels (s. 1911, S. 398). Der Prozeß der Bauunternehmung Brand, Brandau & Co. schwebt zwar noch, aber das Eisenbahndepartement hofft eine Verständigung herbeizuführen, welche es ermöglichen wird, der alten, rekonstruierten Firma den Bau zu übertragen. (Schweiz. Bauz. 1911, I, S. 336.)

Der Verkehr durch den Simplontunnel hat sich von Jahr zu Jahr gesteigert, so daß im Jahre 1910, im Vergleich zu 1906, die beförderten Personen 497 000 (gegen 260 000), die Güter in Tonnen 135 000 (gegen 26 000) betrugen. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1911, S. 299.)

Der Durchschlag des Lötschbergtunnels (s. 1911, S. 398); von Imhof. Ausführliche Besprechung mit anschließender kurzer Baugeschichte. — Mit Abb. u. Schaub. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1911, S. 247, 265.)

Zum Durchschlag des Lötschbergtunnels. Nähere Angaben über den Durchschlag, die Richtungs- und Höhenverhältnisse des Tunnels. Die Durchschlagsstelle liegt bei Kilometer 7,35220. Es wurden im Tagesdurchschnitt für beide Seiten 12,24 ^{m} im Vortrieb geleistet. Die Mehrleistung der Nordseite betrug 2,22 ^{m} täglich. Die offizielle Feier des am 31. März 1911 erfolgten Durchschlags fand am 14. Mai statt. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1911, I, S. 199, 223.) Kurze Besprechung des Durchschlags und der Baugeschichte. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1911, S. 460.)

Tabellarische Zusammenstellung über den Stand der Arbeiten am Lötschbergtunnel in den Monaten Januar, Februar und März 1911 (s. 1911, S. 398). (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1911, S. 170, 219, 251.)

Monatsausweise über die Arbeiten am Lötschbergtunnel (s. 1911, S. 398). Im März betrug der

Tagesfortschritt auf der Nordseite 7,124 m, auf der Südseite 6,55 m.

	Nord-S.	Süd-S.	Zus.
Vollausbruch im Monat April	228 m	183 m	411 m
Gesamter Vollausbruch	5 532 „	5 219 „	10 742 „
Mauerung im April	236 „	211 „	447 „
Gesamtlänge der Mauerung	5 189 „	4 825 „	10 014 „
Arbeiteranzahl außerhalb des Tunnels	410	405	815
desgl. im Tunnel	932	1 214	2 146
zusammen	1 342	1 619	2 961
Aus den Mündungen ausfließ. Wasser l/s	226	116	

(Schweiz. Bauz. 1911, I, S. 211, 276.)

Der Vortrieb des Tunnels für die Jungfraubahn war Mitte Juni 1911 bei Kilometer 8,7, vom künftigen Bahnhof Jungfraujoch 600 m entfernt, angelangt. Bei Kilometer 8,53 wurde ein nach Norden gerichteter 140 m langer Querstollen bis zum Austritt aus der Felsenwand hergestellt und am 15. Juni durchgeschlagen. Er soll zum Auswerfen des Bohrgutes benutzt werden und dürfte den Fortschritt des Werkes wesentlich fördern. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1911, S. 1138.) Kurze Beschreibung. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1911, S. 754.)

Der Rosenbergtunnel bei St. Gallen, der an Stelle der seitherigen offenen eingleisigen Strecke die Bahnhöfe St. Gallen und St. Fiden verbinden soll, wurde am 23. März 1911 durchgeschlagen. Der 1472 m lange Tunnel wurde im Januar 1909 begonnen und sollte vertragsmäßig Ende Dezember 1910 fertiggestellt sein. Die Verzögerung war eine Folge der schwierigen Bauverhältnisse, die durch die notwendig werdenden Sicherungsarbeiten für eine Reihe von Gebäuden bei der geringen Ueberlagerung von 3 bis 45 m sich ergaben und dazu führten, den Tunnel auf ein Viertel seiner Gesamtlänge im offenen Einschnitt herzustellen. Auf die ganze Länge ist Einwölbung vorgesehen. Ende dieses Jahres hofft man eins der beiden Tunnelgleise in Betrieb nehmen zu können. (Schweiz. Bauz. 1911, I, S. 186.)

Elektrische Untergrundbahn der Stadt Schöneberg (s. **1911**, S. 399); von Gerlach; Schluß. Ausführliche Mitteilungen über die Tunnelherstellungen. — Mit Abb., Schaub. und Tafeln. (Z. f. Bauw. 1911, S. 261 bis 321.)

Untergrund-Bahntunnel für die Münchener Post. Der Tunnel ist kürzlich vollendet. (Beton u. Eisen 1911, S. 114.)

Untergrundbahnen in Wien. Die Vorschläge für ein Netz von Untergrundbahnen werden besprochen. (Z. d. Ver. d. Eisenb.-Verw. 1911, S. 465.)

Métropolitainbahn in Paris (s. **1911**, S. 399); von I. Hervieu. Die Linie 4, vom Clignancour-Tor bis zum Tor von Orléans, wird besprochen. — Mit Lageplänen und 1 Tafel. (Nouv. ann. de la constr. 1911, S. 11.)

Linie 7 der Métropolitainbahn in Paris; von Suquet. Die Schwierigkeiten der Linie lagen in der Notwendigkeit, alte unterirdische Gipsbrüche von rd. 10 m Höhe zu durchqueren. Der Tunnel wurde hier in der Längsrichtung durch Brunnen von 1,5 m Durchmesser und rd. 6 m Abstand unterstützt, die bis auf die Sohle der Höhlungen reichen. Bauvorgang. — Mit Abb., Schaub. und 1 Tafel. (Génie civil 1911, Bd. 58, S. 510.)

Linie 8 der Métropolitainbahn in Paris; von Suquet. Die Linie schneidet zweimal die Seine. Die Ausführung der Tunnelarbeiten, auch die Versenkung der Tunnelröhren in das Flußbett, wird ausführlich beschrieben. — Mit Abb., Schaub. und 2 Tafeln. (Ann. des ponts et chauss. 1911, I, S. 7 bis 51.)

Die unterirdische Stadtbahnlinie Nord-Süd in Paris wird ausführlich besprochen. — Mit Lageplänen und Querprofilen. (Eng. 1911, I, S. 636.) — Kurze Beschreibung der Ausführung und des Betriebes. — Mit Abb. und Lageplan. (Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 216.)

Kehrtunnel der Linie Montriers-Bourg-Saint-Maurice; von V. Guillermain. Der eingleisige, 710 m lange Tunnel ist, wie die anderen der Linie, dem Eindringen von mit Schwefelkohlenstoff geschwängertem Wasser ausgesetzt. Man entschloß sich daher, die Einwirkung dieses Wassers auf Mauerwerk zunächst zu erforschen, und benutzte dazu ein vorläufiges Gewölbe, im Schutze dessen das endgültige hergestellt wurde. Beschreibung des Bauverfahrens. — Mit 2 Tafeln. (Ann. des ponts et chauss. 1910, VI, S. 141.)

Rivermont-Tunnel der Südbahn bei Lynchburg, Va.; von F. Lavis. Die Ausführung des zweigleisigen, 426 m langen Tunnels der neuen Linie wird ausführlich besprochen. — Mit Abb. und Schaub. (Eng. record 1911, Bd. 63, S. 377.)

Beacon Hill-Tunnel der Kowloon-Canton-Eisenbahn. Der eingleisige Tunnel von rd. 2,2 km Länge hat eine Höhe von 5,8 m und wird mit Ziegelmauerwerk verkleidet. Die Einwölbung erfolgt in 5 Ringen. — Mit Abb. u. Schaub. (Engineer 1911, I, S. 428.)

La Salle-Straßentunnel in Chikago (s. **1911**, S. 398). Am 2. April 1911 wurde die 85 m lange Doppelröhre auf die Sohle des Chikago-Flusses versenkt. Der versenkte Tunnelkörper besteht aus zwei Zylindern, die sich an ihrer Berührungsstelle überschneiden und aus zusammengenieteten Flußeisenblechen von je 3 mm Dicke hergestellt wurden. Im Innern werden sie mit einer Eisenbetonbekleidung von 500 bis 1000 mm Stärke versehen. Die 12,5 m breite Doppelröhre wurde auf einer Werft zusammengebaut und vorläufig an beiden Enden mit Holzwänden geschlossen und im Innern mit Balken versteift. Das Absenken der 8000 t schweren Doppelröhre in die vorher ausgebaggerte Rinne geschah an Gerüsten, die an beiden Ufern errichtet waren und zwischen die die Röhre auf Prähmen eingefahren wurde. — Mit Schaub. (Eng. record 1911, Bd. 63, S. 412.) Kurze Wiedergabe. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1911, S. 789.)

Straßenuntertunnelungen (Subways) aus Eisenbeton in Chikago; von Matthews (s. **1911**, S. 286). Es werden Einzelheiten der 21,3 m breiten Tunnel der Illinois-Zentralbahn unter der 72. Straße und an der Straßenkreuzung mitgeteilt, worauf näher auf die Ergebnisse der im Auftrage der Bahn von Prof. Talbot angestellten Versuche mit Eisenbetonbalken eingegangen wird. — Mit Abb. u. Schaub. (Eng. 1911, I, S. 301.)

Strawberry-Tunnel der U. S. Reclamation-Wasserversorgung; von I. L. Lytel. Der im Rechteckprofil mit gewölbter Decke ausgeführte, 5854 m lange Tunnel soll das Wasser aus dem Reservoir zur Bewässerung der Ländereien in das Tal befördern. Kurze Beschreibung. — Mit Abb. u. Schaub. (Eng. record 1911, Bd. 63, S. 432.)

Eisenbahntunnel bei Otira auf Neuseeland (s. **1911**, S. 286). Die Gesamtlänge soll 8650 m betragen. Der höchste Punkt liegt an dem der Stadt Otira entgegengesetzten Ende 746,7 m über dem Meere, während die Höhe des von ihm durchbohrten Berges 929 m beträgt, und die Stadt Otira 487,7 m hoch liegt. Die ständige Steigung beträgt somit 3 %. Zur Bohrung wird die englische Bauweise (unterer Vortriebstollen) angewendet werden. Das Profil des Tunnels zeigt 5,18 m Höhe bei 4,57 m Breite und soll mit Kunststeinmauerwerk ausgekleidet werden. Es werden Druckluftbohrmaschinen angewendet. Von beiden Enden aus wird der Tunnel seit Mai 1908 vorgetrieben. Der Ausbau ist auf fünf Jahre bemessen.

Die Kosten sind auf 12 258 000 M. veranschlagt. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1911, S. 708.)

Auspackung einer Höhlung über dem Hunters Brook-Tunnel der Catskill-Leitung für das Wasserwerk von Newyork (s. 1911, S. 286). Eine Höhlung von besonderer Größe wurde mit einer Packung aus Balken ausgefüllt. Ueber den mit Beton ausgekleideten Tunnel kam sonst eine Trockenpackung aus Steinen, die mit einer Mörtelschicht abgedeckt wurde. Beschreibung der Ausführung. — Mit Abb. (Eng. record 1911, Bd. 63, S. 292.)

G. Brückenbau und Fähren; Statik der Baukonstruktionen,

bearbeitet von R. O. Bertschinger in Hannover.

Allgemeines.

Wettbewerb um Vorentwürfe für den Neubau der Kaiserbrücke über die Weser in Bremen (s. 1911, S. 399); von Landsberg. Das Ergebnis des Wettbewerbes ist erfreulich, sowohl für die Stadt Bremen wie als Beweis für die Fortschritte der Technik und die Leistungsfähigkeit unserer Ingenieure und Architekten. — Mit vielen Zeichn. und Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 174, 182, 202.)

Kleinpflaster auf Straßenbrücken; von Gerhardt. Nach den bisher über die Anwendung des Kleinpflasters auf eisernen Brücken gemachten Erfahrungen ist folgendes zu beachten: Ausfüllung der Buckelplatten oder Zoreseisen mit verhältnismäßig fettem Beton unter Zusatz von Traß und Ausgleichen der Oberfläche nach dem Quer- und Längengefälle der Brücke; Versetzen der möglichst ausgesucht gleichmäßigen Steine in einem trockenen fetten Unterbett mit offenen Fugen und Abrammen des Pflasters; Annässen und Vergießen des Pflasters mit einem sehr fetten Zementmörtel und Abgleichen der Oberschicht mit leichter Ramme. Ob außerdem eine elastische Zwischenlage zwischen Füllmasse und Unterbett notwendig ist, ist bisher noch nicht genügend festgestellt. Doch scheinen die Erfahrungen dafür zu sprechen, daß man sie bei sorgfältiger Ausführung der Pflasterbahn entbehren kann. (Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 439.)

Stein-, Beton- und Eisenbetonbrücken.

Anwendung des Eisenbetons im Eisenbahnbau; von Schaechterle. Der Eisenbetonbau ist im Eisenbahnbau noch wenig verbreitet. Seine Anwendung ist heute noch von der jeweiligen Stellung der verschiedenen Eisenbahnverwaltungen zu der neuen Bauweise abhängig. Der Verfasser führt die Anwendungsmöglichkeiten des Eisenbetons im Eisenbahnwesen an der Hand von neueren Bauten der Württemb. Staatseisenbahnverwaltung vor Augen und teilt das Wichtigste über die beim Bau und im Betriebe gemachten Erfahrungen mit. (Deutsche Bauz. 1911, Zementbeilage, S. 23.)

Eisenbeton-Bogenträger mit Zugbändern; von Ehrlich. Beschreibung eines Sprengbogens in Eisenbeton mit Zugband und aufgehängter Fahrbahn. Der Bogen hat 39,60 m Spannweite, 6,15 m Hauptträger-Achsabstand und 8,1 m Gesamtbreite. Die Auflagerung erfolgt mittels Pendelquader aus bewehrtem Beton im Mischungsverhältnis: 1 T. Zement, 1 T. Schotter und 1 T. Basaltfeinschlag. Der Ort der Druckübertragung wurde mit 25 cm breiten Bleiplatten festgelegt. Das Tragwerk wurde sowohl als eingespannter, wie auch als Bogen mit freier Kämpferverdrehung unter Berücksichtigung einer Wärmeschwankung von + 20° C und — 20° C untersucht. Die ursprüngliche Absicht, zur Aufnahme des etwa 220 t betragenden wagerechten Schubes Rundeisen zu verwenden, wurde aus Sicherheitsgründen verworfen, weil selbst die beste Schweißung keine unbedingte Gewähr bezüglich der Festigkeit bietet. Es wurden deshalb hochkantig gestellte Flacheisen gewählt, die an den Stoßstellen vernietet wurden. Kurzer Bericht über den Bauvorgang. — Mit Abb. (Beton und Eisen 1911, S. 197.)

Eisenbahnbrücken aus Eisenbeton; von Christiani. Von den Vorteilen der Verwendung des Eisenbetons im Eisenbahnbrückenbau werden vom Verfasser erwähnt: 1. man kann ohne besondere Unterhaltungskosten und Verteuerung das Schotterbett auf der Brücke durchführen und hierdurch die Gleise ununterbrochen durchführen; 2. die nicht unbedeutenden jährlichen Kosten für Anstrich kommen in Wegfall; 3. der Beton leidet nicht unter den Rauchgasen der Lokomotiven; 4. abgesehen von diesen wirtschaftlichen Vorzügen bietet der Eisenbetonbau auch die Möglichkeit einer besseren architektonischen Ausgestaltung. Beschreibung verschiedener in- und ausländischer Eisenbetonbrücken. — Mit Schaubildern und Zeichnungen. (Beton u. Eisen 1911, S. 173.)

Brückenumbau ohne Verkehrsunterbrechung; von Schiller. Der neuzeitliche Verkehr fordert die Ersetzung der in den wichtigeren öffentlichen Wegen noch in größerer Anzahl vorhandenen Holzbrücken durch solche aus weniger vergänglichen Baustoffen. Eisenbrücken können dabei nur für große Spannweiten in Frage kommen, weil sie teuer sind und dauernde Ueberwachung erfordern. Für kleinere und mittlere Spannweiten aber, somit für die überwiegende Mehrheit der Umbauten, wird als gleichzeitig billiger und zeitgemäßer Baustoff neuerdings mit Vorliebe der Eisenbeton gewählt. Meist läßt man an Ort und Stelle stampfen. Zur Ersparnis an Bauzeit ist es jedoch zweckmäßiger, die erforderlichen Plattenbalken vorher in der Nähe der Baustelle einzeln herzustellen und sie nach dem völligen Erhärten heran- und über die Brückenöffnungen zu rollen. An Hand ausgeführter Beispiele wird diese Art der Bauausführung näher beschrieben. — Mit Schaubildern. (Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 209.)

Eisenbetonentwurf für die Kaiserbrücke in Bremen; von Kutschke und Kalkmann. Der Entwurf ist technisch durchführbar und stellt in seiner Gesamterscheinung eine ansprechende Lösung dar. Der Hauptstrom der Weser wird mit einem über der Fahrbahn liegenden Dreigelenkbogen von 98,5 m Stützweite, an dem die an den Enden und in der Mitte durchgeschnittene Fahrbahn mit Hängepfosten aufgehängt ist, überbrückt. Die Eiseneinlagen der Bogen sind so gewählt, daß einerseits die Eisenquerschnitte möglichst ausgenutzt werden, andererseits die Eisen die Aufstellung und Betonierung erleichtern, es sind daher nicht durchweg Rundeisen gewählt, sondern zu einem Drittel untereinander verbundene Winkeleisen. Diese Winkeleisen haben vor der Einbetonierung ihr Eigengewicht und einen Teil der Rüstung und der Rundeisen zu tragen und erhalten dadurch eine Anfangsspannung von 300 bis 400 kg/qcm. In dem fertigen belasteten Bogen erhält das Winkeleisengerippe eine Höchstspannung von 1000 bis 1200 kg/qcm, während für die Rundeisen nur 750 (Fahrbahn) bis 900 (Bogen) kg/qcm vorgesehen sind. Die Verfasser rühmen dieser Anordnung kürzere Bauzeit und wesentliche Ersparung an Lehrgerüsten nach. — Mit Zeichn. und Schaubildern. (Deutsche Bauz. 1911, Zementbeilage, S. 87.)

Suze-Brücke in St.-Imier; von Schmid. Wegen des wenig tragfähigen Baugrundes kam für die Straßenbrücke nur ein Eisen- oder Eisenbetonbalkenträger in Frage. Da die Kosten beider Ausführungen ungefähr gleich waren, wurde dem Eisenbeton, der geringeren Unterhaltungskosten wegen, der Vorzug gegeben. Die Brücke hat zwei Oeffnungen von 18 m Spannweite und eine lichte Breite von

9 m, wovon 6 m auf die Fahrbahn und je 1,5 m auf die Gehwege entfallen. Die Tragkonstruktion jeder Oeffnung besteht aus vier frei aufliegenden Balken mit darüber gespannter, durchgehender, an den Enden eingespannter Fahrbahnplatte. Die Balken liegen auf Bleilagen von 20 mm Dicke. Der gemauerte Mittelpfeiler besteht aus zwei Teilen, die oben durch zwei Eisenbetonbalken verbunden sind und auf einer 45 qm großen, stark armierten Grundplatte stehen. Größte Beanspruchung des Baugrundes 1,1 at. Beide Widerlager aus Eisenbeton. — Mit Zeichn. (Schweiz. Bauz. 1911, I, S. 237.)

Eisenbetonbrücke über den Luisfluß in Waterford. Verwendet sind Eisenbetonplattenbalken zur Ueberführung einer Straße. — Mit Abb. und Zeichnungen, auch von der in der Mitte gelegenen eisernen Fachwerksklappbrücke. (Engineering 1911, I, S. 506, 579.)

Eiserne Brücken.

Verstärkung der Memelstrombrücken bei Tilsit; von Mentzel. Die Brücken waren 1872—1875 erbaut. Auswechselung der gebrochenen Auflagersteine; Versteifung des Endrahmens; Verstärkung der festen Ueberbauten. Kosten. — Mit Abb. und Zeichn. (Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 252, 268.)

Gerberträger als Raumfachwerke; von Schlink. Ein gewöhnlicher Gerberträger ist, als räumliches Brückensystem betrachtet, mehrfach statisch unbestimmt. Da aber unbestimmte Stabgebilde mancherlei Nachteile mit sich führen, ist es von Wert, durchlaufende Brückenträger zu bilden, die auch als räumliches Gebilde statisch bestimmt sind. Zweck der vorliegenden Arbeit ist es, systematisch zu entwickeln, wie die einfachsten räumlichen Gerberträger aussehen, d. h. wie am bequemsten räumliche, statisch bestimmte Stabgebilde hergestellt werden können, die sich gegen lotrechte Belastung genau so verhalten wie die ebenen Gerbersysteme. — Mit Abb. (Eisenbau 1911, S. 221.)

Windverbände bei Eisenkonstruktionen; von Wilson. Theoretische Abhandlung über die Beanspruchung der Windverbände von Brücken. (Engineering 1911, I, S. 745.)

Tafeln zur Berechnung von ebenen Windverbänden eiserner Brücken; von Kommerell. Um die Berechnung ebener Windverbände für alle Arten eiserner Brücken (auch Straßenbrücken) auf einfache Art zu ermöglichen, hat der Verfasser 6 Tafeln Berechnungen zusammengestellt und eine kurze Anleitung zur Benutzung beigefügt. Bei den Berechnungen werden berücksichtigt der Winddruck und die wagerechten Stoßkräfte durch Fliehkräfte bei Brücken in Krümmungen und durch Bremskräfte. (Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 257.)

Bewegliche Brücken.

Landungsbrücke an der Unterelbe; von Buchwald. Für das Parkhotel in Kleinflottbeck, 7 km unterhalb Hamburgs, ist im Anschluß an die Herstellung einer 300 m langen Ufermauer und sehr umfangreicher Aufhöhungen des früher tiefliegenden Elbstrandes 1909 eine eiserne Landungsbrücke für die unterelbischen Personendampfer erbaut, die in der Ausbildung der Einzelheiten und in ihrem Aufbau einige Besonderheiten aufweist. Die Pfeiler der Brücke werden aus 6 Jochen gebildet, von denen 5 in einer Entfernung von je 7,5 m stehen, während das vorderste Joch als Klappenauflager und als besonders beanspruchter Eisbrecher nur 2,4 m Abstand von dem benachbarten erhalten hat. Beschreibung der Einzelheiten der eisernen Joche und der gelenkigen Lagerung der Gehbahn. — Mit Zeichn. und Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 242.)

Neuere Klappbrücken mit beweglichen Drehachsen in Amerika; von Bemhard. Beschreibung einer großen Zahl amerikanischer Klappbrücken mit Vergleichen über ihre Wirtschaftlichkeit und Zweckmäßigkeit. — Mit vielen Abb. und Zeichn. (Deutsche Bauz. 1911, S. 351.)

Fähren.

Schwebefähre auf der Kaiserlichen Werft in Kiel; von Franzius und Knopp. Eine Schwebefähre wurde gewählt, weil das Verbindungsmittel beider Werftgebiete 1. unabhängig vom Wasserstand und Eisgang und von Wind und Wetter sein sollte; 2. einen regelmäßigen Verkehr von Kai zu Kai ermöglichen sollte; 3. eine Last von 2 beladenen Güterwagen nebst rd. 250 Menschen aufgenommen werden sollte; 4. die vorhandenen Kaiflächen möglichst frei gelassen werden sollten; 5. während des Baues und Betriebes die Hafeneinfahrt nicht gesperrt und 6. möglichst geringe Bau- und Betriebskosten entstehen sollten. Die Fahrbrücke hat 118 m Stützweite und 44 m Höhe über Kaikante. Ausführliche Beschreibung. Unterlagen für den Entwurf; Ausbildung des Bauwerkes; Festigkeitsberechnung; Bauausführung; maschinelle Einrichtungen; Bau- und Betriebsergebnisse. — Mit vielen Abb. und Zeichn. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1911, S. 764, 805, 873.)

Transportbrücke über den Tees-Fluß in Middlesborough. Kurze Beschreibung einer 173 m weitgespannten und 48 m hohen Transportbrücke. — Mit Abb. (Engineering 1911, I, S. 629.)

Statik und Festigkeitslehre.

Knickfestigkeit; von Zimmermann. Theoretische Abhandlung über die Knickfestigkeit von Stäben, insbesondere die Anwendung der Eulerschen Knickformel. (Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 197.)

Feststellung der elastischen Spannungen von Stäben; von Coker. Sehr bemerkenswerte Abhandlung über die Bestimmung der Verteilung der Spannungen in Platten von veränderlichem Querschnitt mit Hilfe des photographischen Verfahrens. — Mit Abb. und Zeichn. (Engineering 1911, I, S. 566.)

Berechnung statisch unbestimmter Konstruktionen, namentlich starrer Systeme, mit Hilfe von Einflußlinien; von Kittinger. Die oft langwierigen Ableitungen der allgemeinen Gleichungen sind selbst bei beliebiger Form und statischer Unbestimmtheit entbehrlich, wenn der in der vorliegenden Abhandlung dargelegte Weg eingeschlagen wird. (Beton und Eisen 1911, S. 184, 222.)

Widerstand einbetonierten Eisens gegen Gleiten in seiner Abhängigkeit von der Länge der Eiseneinlagen; von Bach. Dieser Widerstand pflegt bei unmittelbarer Ermittelung in der Weise bestimmt zu werden, daß man die Kraft, die zum Herausziehen oder zum Herausdrücken des einbetonierten Eisenstabes erforderlich ist, durch die im Beton liegende Oberfläche des Eisens teilt. Das gibt für den Gleitwiderstand $\tau_1 = \frac{P}{\pi \cdot d \cdot l}$. Diese Bestimmung verleitet vielfach zu der Auffassung, daß sich der Gleitwiderstand gleichmäßig über die Länge l verteile, was nicht zutrifft. Diesem weitverbreiteten Irrtum augenfällig entgegenzuwirken, ist der Zweck der vorliegenden Mitteilung. Es zeigt sich eine Abnahme des Gleitwiderstandes τ, berechnet nach vorstehender Gleichung, mit zunehmender Länge des einbetonierten Stabes. Für die Berechnung von τ wird auf Grund der Versuche eine neue Gleichung aufgestellt. — Mit graphischen Darstellungen. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1911, S. 859.)

H. Gewässerkunde, Meliorationen, Flufs- und Kanalbau, Binnenschiffahrt,

bearbeitet von Regierungsbaumeister Soldan in Hemfurt.

Gewässerkunde.

Gewitterregen vom 13. Juni 1910 in Wien; von Voit. Aufzeichnungen. In 2 bis $2^1/_2$ Stunden sind 36 bis 55 ^{mm} Regen gefallen. Größte Regendichte 3000 $^l/_{sek}$ auf 1 ^{ha} während 15 bis 30 Minuten. — Mit Abb. (Z. d. österr. Ing.- und Arch.-Ver. 1910, S. 713.)

Abflußmengenmessungen der Rheinstrombauverwaltung in Koblenz in den Jahren 1901 bis 1907. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 53.)

Ermittelung der größten Abflußmenge eines Gebirgsbaches. Ein Seitenbach des Wildbaches Bisagno bei Genua führt bis zu 8 $^{cbm}/_{sek}$ auf 1 ^{qkm}. (Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 180.)

Meliorationen.

Entwässerung des Plato-Polje auf der Insel Curzola; von Horowitz. Ein mehrere Hundert Hektar großer Erdfall, der stark unter Ueberstauung leidet, ist durch einen Stollen von 2,4 ^{km} Länge entwässert. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baud. 1910, S. 485.)

Wildbachverbauungen im Küstenlande. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baud. 1911, S. 2.)

Flufsbau.

Fächerarbeiten an der Traun. Die altertümliche Bauweise wird hauptsächlich zur Vertiefung des Fahrwassers auf den Uebergängen benutzt. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baud. 1910, S. 341.)

Kommission für die Kanalisierung des Moldau- und Elbeflusses in Böhmen, Tätigkeit im Jahre 1909. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baud. 1910, S. 689.)

Die schiffbaren Flüsse in Krain und ihre Regulierung; von Pick. Geschichtlicher Ueberblick. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baud. 1910, S. 451.)

Floßholzbeförderung auf kanalisierten Flüssen; von Zimmler. Wirtschaftliche und technische Betrachtungen über Floßschleusen. Für große Fallhöhen wird die Beförderung auf geneigten Ebenen im Trocknen vorgeschlagen. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baud. 1910, S. 521.)

Flußregulierungen auf Grund des österreichischen Wasserstraßengesetzes. Stand der Arbeiten in Böhmen; von Franz. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baud. 1910, S. 611.)

Ausnutzung der Wasserkräfte der Murg in Baden. Nach dem Entwurf des Prof. Rehbock können bis nahezu 90000 P. S. gewonnen werden. Bei dieser Leistung muß allerdings auf das württembergische Gebiet übergegriffen werden. Zum Ausgleich der Schwankungen im Zufluß und im Bedarf sind verschiedene Talsperren vorgesehen. (Deutsche Bauz. 1910, S. 270.)

Die Wasserkraftanlage im Murgtal. Bearbeitet von der Generaldirektion der Badischen Staatsbahnen 1910; von Koehn. Eingehende Besprechung des Entwurfes. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1911, S. 709.)

Verbesserung der geschiebeführenden Flüsse in Süddeutschland; von Faber. Im Anschluß an den früher (s. **1910**, S. 276) besprochenen Aufsatz des Baurats Werle bespricht Faber die seiner Ansicht nach richtige Ausbauweise geschiebeführender Flüsse, die im wesentlichen in der Ausbildung eines den natürlichen Verhältnissen entsprechenden, gewundenen Flußlaufes mit befestigten Ufern besteht. (Deutsche Bauz. 1910, S. 318.)

Wien von den Hochfluten der Donau dauernd bedroht (s. **1911**, S. 292). (Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1910, S. 765.)

Wehr bei dem St. Andrews-Fall; von H. P. Birden. Das Wehr dient zur Aufstauung des Redrivers, um die Schiffahrt vom Winnipegsee bis zur Stadt Winnipeg zu ermöglichen. Wegen der sehr ungünstigen Eisverhältnisse muß das Wehr im Herbst und Winter vollständig geöffnet bleiben. Es wurde ein Caméresches Jalousie-Wehr ausgeführt. Eingehende Beschreibung. — Mit Abb. (Engineer 1910, II, S. 167.)

Kanalisierung des Neckars. Nach einer Denkschrift der württembergischen Regierung soll der Neckar für Schiffe von 1000 ^{t} Tragfähigkeit kanalisiert werden. Länge der Schleusen 100 ^{m}, lichte Weite 10,5 ^{m}. Von Mannheim bis Heilbronn sind 17 Staustufen mit Gefällen von 3 bis 8,3 ^{m} vorgesehen. Das Floßholz, das in beträchtlichen Mengen den Neckar herabkommt, soll geschleust werden. (Z. f. Binnenschiff. 1911, S. 77.)

Neuer Osthafen in Frankfurt a. M.; von Uhlfelder. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1910, S. 678.)

Weiterer Ausbau des Fahrwassers der Saale. (Z. f. Binnenschiff. 1911, S. 135.)

Bedeutung des neuen Großschiffahrtsweges bei Brandenburg a. d. Havel; von Ostmann. (Z. f. Binnenschiff. 1911, S. 156.)

Regulierung der unteren Havel und die Interessen der Fischerei. (Z. f. Binnenschiff. 1911, S. 239.)

Regulierung des Oberrheins und die angebliche Erhöhung der Hochwassergefahren. (Z. f. Binnenschiff. 1911, S. 273.)

Schiffbarmachung der Werra; von Tourneau. Die Pläne zur Kanalisierung werden kurz besprochen und Gründe wirtschaftlicher Natur für und wider die Kanalisierung angeführt. (Z. f. Binnenschiff. 1911, S. 357.)

Schleusen- und Wehranlage in der Weser bei Bremen; von Oeltjen. Das Wehr ist errichtet worden, um der weiteren Senkung der Grundwasserstände in den Wesermarschen oberhalb Bremens vorzubeugen. Es hat zwei Oeffnungen von 54 ^{m} lichter Weite; neben dem Wehr sind eine Schleppzugschleuse von 350 ^{m} Länge und eine kleine Schleuse von 70 ^{m} Länge vorhanden. Außerdem ist ein Kraftwerk von 12000 bis 13000 P. S. größter Leistung vorgesehen. Besondere Beachtung verdienen die Bewegungsvorrichtungen für die Schleusentore ebenso wie die ganze Durchbildung der Anlage. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1910, S. 378.)

Verwirklichung des Walchensee-Kraftwerks. Grundzüge des zur Ausführung bestimmten Entwurfs. (Deutsche Bauz. 1910, S. 481.)

Die neuen Rheinwehre oberhalb Basels; von Krieger. Beschreibung der Wehre bei Augst-Wylen und Laufenburg. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1910, S. 505.)

Das Eis in den Wasserkraftwerken; von Hoc. Angaben über die Entstehung des Grundeises; Einrichtungen zur unschädlichen Abführung. — Mit Abb. (Génie civil 1911, Bd. LVIII, S. 242.)

Beseitigung der Ueberschwemmungen im Pegnitzgebiet. (Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 78.)

Neue Wasserkraftanlagen in Norwegen; von H. Keller. (Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 107.)

Talsperrenbauten in Neusüdwales; von Ziegler. Die Sperrmauern sind zum großen Teil als Gewölbe mit senkrechter Achse ausgeführt. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 283.)

Wasserkraftanlage Silser See-Bergell in Graubünden. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 367.)

Ausbesserung der Schäden am Wehr bei Gigny an der Saone. Unter dem Mittelpfeiler hatten sich große Hohlräume gebildet. Man hat zunächst die vor dem Grundbau liegende Steinschüttung durch Beton abgedichtet, sodann den Pfeiler und die Wehrschwelle angebohrt und die Hohlräume mit Zementmörtel angefüllt. — Mit Abb. (Ann. des ponts et chauss. 1910, V, S. 69.)

Die Donau in Nieder-Oesterreich; von Armand. — Mit Abb. (Ann. des ponts et chauss. 1910, V, S. 135.)

Versuche an der Wasserkraftanlage im Tyssadal bei Odde im Hardangerfjord; von Reichel. Die Ausnutzung des Gefälles vom Ringedalsee bis zum Fjord gibt ein Nutzgefälle von 384^{m}. Zurzeit werden 23000 P.S. ausgenutzt. Für später ist vorgesehen, den Ringedalsee um 25^{m} aufzustauen. Es wird dann ein Staubecken von 250000000^{cbm} gewonnen und es können 24$^{cbm}/_{sek}$ ständig verbraucht werden (etwa 92000 P.S.). Bemerkenswerte Versuche zur Messung der Druckhöhenverluste in den Rohrleitungen. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1911, S. 1361.)

Kanalbau.

Die hydraulischen Hebewerke in Kanada; von Walter J. Francis. Eingehende Beschreibung der beiden Hebewerke von Peterborough und Kirkfield. — Mit Abb. (Engineer 1910, I, S. 427.)

Der Torkanal, eine neue Bauweise für Schiffahrtskanäle; von Seboldt. Der Kanal soll durch einzelne Klapptore in 0,3^{m} hohe Haltungen zerlegt werden. Die Tore werden von den Schiffen selbst umgelegt und richten sich sodann von selbst wieder auf. — Mit Abb. (Z. f. Binnensch. 1911, S. 392.)

Abdichtung von Kanälen durch Betonpfähle in den Dämmen; von Gulliot. Am Kanal von Burgund dichtet man undichte Stellen der Dämme dadurch ab, daß man im Leinpfad eine dichte Spundwand rammt, dann vorsichtig einen Pfahl nach dem anderen herauszieht und das Loch sofort mit Beton anfüllt. In erdigem und sandigem Boden tritt durch das Einrammen eine so starke Abdichtung des Bodens ein, daß die Löcher beim Herausziehen der Spundpfähle trocken bleiben. In kiesigem Boden ist das Verfahren nicht anwendbar, weil die Löcher beim Herausziehen eines Pfahles sofort wieder zugeschwemmt werden. Man verwendet dort Eisenbetonpfähle, die eingerammt und nicht wieder herausgezogen werden. — Mit Abb. (Ann. des ponts et chauss. 1910, VI, S. 112)

Binnenschiffahrt.

Schlußbericht der Königl. Kommission über die Untersuchung der Wasserwege Großbritanniens; von Altmann. Die Kommission hatte zu prüfen, wie die sehr ungünstigen Zustände auf den englischen Binnenwasserstraßen zu verbessern seien. Sie schlägt vor, das vorhandene Kanalnetz im allgemeinen für Schiffe von 100^{t} Tragfähigkeit auszubauen. Die Unterläufe der Flüsse sollen für Schiffe von 600^{t} eingerichtet werden. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baud. 1910, S. 435.)

Stand der Wasserstraßenfrage in Oesterreich. Es wird über die Kosten, die Entwurfs- und Bauarbeiten der beabsichtigten österreichischen Wasserstraßen eingehend berichtet. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baud. 1910, S. 545.)

Wasserstraßenfrage in Oesterreich. Kurze Angaben über das gegen früher wesentlich eingeschränkte Bauprogramm. (Deutsche Bauz. 1910, S. 575.)

I. Seeuferschutz- und Hafenbauten, Seeschiffahrts-Anlagen,

bearbeitet von Regierungsbaumeister Schilling in Lünen.

Seeuferschutzbauten.

Neuer Schutz von Deichböschungen und Ufern durch Bekleidung mit Eisenbeton. Es handelt sich um die schon oft beschriebene holländische Uferbekleidung mit Eisenbetonplatten, die durch Eisenbetonbalken von T-Form gehalten werden. — Mit Abb. (Mém. de la soc. des ing. civ. de France 1911, S. 190.)

Seehäfen.

Otayo-Trockendock in Port Chalmers auf Neuseeland. Kurze Beschreibung des 1909 vollendeten Trockendocks. (Min. of proceed. d. engl. Ing.-Ver. 1910, Bd. 180, S. 265.)

Verbesserung der Häfen an der pazifischen Küste der Vereinigten Staaten. Beschreibung der Seehäfen und ihrer Unterhaltungsarbeiten und der Maßregeln zur Aufrechterhaltung des Schiffsverkehrs. — Mit Abb. (Min. of proceed. d. engl. Ing.-Ver. 1911, Bd. 183, S. 231.)

Paikoo-Schiffswerft in Hongkong. Die Werft umfaßt ein Trockendock, Hellinge usw. — Mit Abb. (Min. of proceed. d. engl. Ing.-Ver. 1911, Bd. 183, S. 252.)

Famagusta-Hafen auf Cypern. — Mit Abb. (Min. of proceed. d. engl. Ing.-Ver. 1909, Bd. 176, S. 298.)

Verbesserung des Londoner Hafens (s. 1911, S. 402). Beschreibung der geplanten Erweiterungsbauten. — Mit Abb. (Engineering 1911, I, S. 149.) Desgl. — Mit Abb. (Engineer 1911, I, S. 134.)

Erweiterung der Durchfahrten zwischen den Häfen in Barrow-in-Furness. Ausführliche Beschreibung der Arbeiten. — Mit Abb. (Engineering 1911, I, S. 71, 146, 207, 274.)

Hafen von Montreal. Genaue Beschreibung seiner Anlagen, der beendeten und geplanten Erweiterungen und Verbesserungen. (Engineer 1911, I, S. 400.)

Neue Hafenanlage von Constanza am Schwarzen Meere (s. 1911, S. 403). Beschreibung des Hafens und seiner Einrichtungen für die Getreideverladung und die Verschiffung von Holz und Kohlen. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1911, S. 215.)

Seedämme und Wellenbrecher. Abhandlung über Seedämme, Molen, Hafenpiers usw., ihre Gründung, Baustoffe, Lage. — Mit Abb. (Min. of proceed. d. engl. Ing.-Ver. 1909, Bd. 175, S. 290.)

Entladung und Beförderung von Kohlen im Hafen zu Nizza. Es handelt sich um die Ausladung von Kohlen aus Schiffen mittels fahrbarer Drehkräne und um die Verladung in Eisenbahnwagen, die mit Seitenklappen zum Ausschütten versehen sind. Die Wagen bestreichen auf Gerüsten die Lagerplätze für die Kohlen. Der gesamte Betrieb ist elektrisch. — Mit Abb. (Génie civil 1911, II, S. 95.)

Schwimmkran im Hafen von Mostaganem in Algier. 60^{t}-Auslegerkran zur Verladung von Steinblöcken für die Hafenarbeiten. — Mit Abb. (Génie civil, 1911, II, S. 1.)

Schwimmdock für den Hafen von Aberdeen. (Engineering 1911, I, S. 416.)

Bewegliche Gerüste zum Bau von Hafendämmen. Die Gerüste bestehen aus einem inneren und einem äußeren Teilgerüst. Während das eine bewegt wird, dient ihm das andere als Stütze. — Mit Abb. (Engineering 1911, I, S. 339.)

Erweiterung der Clyde- und Tyneschiffswerften. — Mit Abb. (Engineer 1911, I, S. 144, 158.)

Elektrisch betriebener Kohlenzuführer im Tynehafen. Kohlenzuführung in die Schiffe. Mit Abb. (Engineer 1911, I, S. 199.)

Neuer Eimerbagger des Wasserbauamts Emden; von Paulmann und Blaum. Der 1910 beschaffte Bagger leistet stündlich 548 cbm Sand bei 14 m Baggertiefe und bei 0,55 kg Kohlenverbrauch für 1 cbm Boden. — Mit Abb. (Z. f. Bauw. 1911, S. 357.)

Seekanäle.

Einrichtungen für die Ausführung von Betonarbeiten an den Schleusen des Panamakanals. Die Betonierung geschah mit fahrbaren Schalungsgerüsten aus Eisen für die Schleusenwände und verstellbaren Eisenformen für die Einschalung der Umlaufkanäle. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1911, S. 24, 46.)

Bau des Panamakanals; von Tincauzer. Ausführliche Abhandlung über den Panamakanal und seine Bauten. — Mit Abb. (Z. f. Bauw. 1911, S. 503.)

K. Materialienlehre,

bearbeitet von B. Stock, Ingenieur und ständigem Mitarbeiter des Kgl. Materialprüfungsamts in Gr. Lichterfelde W.

Holz.

Neuere Ergebnisse und Versuche über Tränken von Stangen und Masten; von Moll. Nach Ansicht des Verfassers stehen z. Z. die älteren und erprobten Verfahren des Kyanisierens und Kreosotierens an erster Stelle. Es scheint nicht, daß sie bald verdrängt werden. (Elektrot. Z. 1911, S. 515.)

Künstliche Steine.

Veränderung von Zementmörtel und Beton durch Ausdehnung und Zusammenziehung; von White. Literaturzusammenstellung der bisherigen Versuchsergebnisse über die Raumbeständigkeit von reinem Zement und Zementmörtel. Ergebnisse von Versuchen mit verschiedenen Mischungen über die Längenänderungen der Proben beim Lagern an der Luft und im Wasser. — Schaulinien. (Eng. news 1911, II, S. 26; Eng. record 1911, Bd. 64, S. 45.)

Bestimmung der Wärmeausdehnung von Zementbeton und anderen Baustoffen; von Rudeloff. Aeltere Versuche. Besprechung des im Kgl. Materialprüfungsamt Gr. Lichterfelde angewendeten Verfahrens zur Bestimmung der Wärmeausdehnung. Versuchsergebnisse. Längenänderungen beim Erhärten im Apparat. Schaulinien. — Mit Abb. (Armierter Beton 1911, S. 172, 208.)

Einfluß des elektrischen Stromes auf Zementbeton (s. 1911, S. 296); nach einem Vortrag von Bloß im Sächsischen Ing.- und Arch.-Verein. Die mit Betonblöcken von 50 cm Länge und 20×20 cm Querschnitt im Mischungsverhältnis $1:2\frac{1}{2}:2\frac{1}{2}$ und $1:4:5$ hergestellten Probekörper haben ergeben, daß 1. der Zementbeton einen negativen Temperaturbeiwert hat und der Widerstand bei steigender Temperatur fällt, bei fallender steigt; 2. bei entsprechend großen Spannungen der Widerstand praktisch als aufgehoben bezeichnet werden kann; 3. die Festigkeit der stromdurchflossenen Probekörper um 21 bis 37 % abgenommen hat. (Deutsch. Bauz. 1911, Beilage Nr. 13, S. 99.)

Transportbeton; von Burchartz. Die an verschiedenen Stellen ausgeführten vergleichenden Druckversuche mit gewöhnlichem Beton und Transportbeton nach dem Vorschlage von Magens sprechen zugunsten des Transportbetons. (Beton u. Eisen 1911, S. 245.)

Einfluß der Korngröße des Kiessandes auf die Druckfestigkeit des Betons; von Suenson. Versuche mit Kiesen aus drei Gruben haben ergeben, daß die Druckfestigkeit des Betons mit wachsendem Gehalt an feinerem Material sinkt. (Beton u. Eisen 1911, S. 168, 193, 264.)

„Würfelprobe oder Kontrollbalken?" (s. 1911, S. 404). Meinungsaustausch. (Armierter Beton 1911, S. 151, 231, 263.)

Der Widerstand einbetonierten Eisens gegen Gleiten in seiner Abhängigkeit von der Länge der Eiseneinlagen (s. oben); von Bach. An Versuchen wird nachgewiesen, daß der Gleitwiderstand einbetonierten Eisens mit zunehmender Länge gesetzmäßig abnimmt. Formeln, Versuchsergebnisse. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1911, S. 859.)

Eisenbeton-Kontrollbalken; von Suenson. Versuche über die erforderliche Größe des Bewehrungsprozentes, wenn der Beton mit Sicherheit zerdrückt werden soll, bevor die Fließgrenze des Eisens erreicht wird. Versuchsergebnisse. Einfluß des Eisens. Spannungszustand beim Bruch. Spannungsverteilung über den Querschnitt. (Beton u. Eisen 1911, S. 249, 284, 301.)

Metalle.

Erfahrungen in der Elektrostahlerzeugung im Girodofen; von Müller. Ausführliche Mitteilungen über die auf maschinellem, elektrischem und metallurgischem Gebiete gemachten Erfahrungen mit einem 3 t-Versuchsofen nach Girod der Gutehoffnungshütte. Darstellung der Versuchsanlage; Ofenzustellung; Wärmeverluste durch Kühlen; Stromverhältnisse; Einfluß der Ofentemperatur und Ofengröße auf den Stromverbrauch; metallurgischer Schmelzverlauf; Erzeugnisse; Zahlentafel über Versuchsergebnisse. — Mit Abb. (Stahl u. Eisen 1911, S. 1165, 1258.)

Darstellung von Elektrostahl im Stassano-Ofen; von Schmelz. Vergleichende Betrachtungen über die verschiedenen Ofenarten für Elektrostahlerzeugung. Vorteile eines elektrischen Ofens gegenüber den zu den gleichen Zwecken verwendeten Martin-, Bessemer- und Tiegelöfen. Eingehende Erörterungen über die Betriebsverhältnisse beim Stassano-Ofen. Angaben über die Fertigprodukte in bezug auf chemische Zusammensetzung, Zugfestigkeit und Dehnung. Verbreitung der Stassano-Oefen. — Mit Abb. (Oesterr. Z. f. Berg- u. Hüttenw. 1911, S. 295, 313, 325, 341.)

Elektrischer Tiegelofen zum Schmelzen und Vergießen von Metallen; von Borchers. Darstellung und Beschreibung des Ofens. — Mit Abb. (Metallurgie 1911, S. 209.)

Diagramm eines modernen Eisenhochofens; von Schlesinger. Zur Bestimmung des Ganges eines Hochofens wurden an sechs übereinandergelegenen Stellen eines 29 m hohen Hochofens für 475 t Tagesleistung die Temperaturen und Zusammensetzungen der Gase festgestellt. Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse. (Stahl u. Eisen 1911, S. 1182.)

Verwendung gußeiserner Spänebrikette; von Schoemann. Betrachtungen über die gießereitechnische und die rein wirtschaftliche Seite des Verfahrens. Meinungsaustausch. (Stahl u. Eisen 1911, S. 1045.)

Verwendung von Briketten aus Stahl- und Gußspänen im Kupolofenbetrieb; von Schott. Kurze Mitteilung über die Verwendung brikettierten Eisens zur Erzielung günstiger Erfolge beim Schmelzen von Qualitätsguß. Festigkeitswerte für Zylindereisen aus 70 % Roheisen, 20 % Gußspänebriketten und 10 % Stahlspänebriketten, sowie für Zylindereisen aus 70 % hochsiliziertem Roheisen und 30 % Stahlspänebriketten. (Stahl u. Eisen 1911, S. 1044.)

Zusammensetzung der gebräuchlichen Metalllegierungen; von **Kaiser**. Tabellarische Zusammenstellung fast sämtlicher bekannter und erprobter Legierungen ausschließlich der sogenannten antiken Bronzen, die für die Technik ohne Bedeutung sind. Alphabetische Anordnung. (Metallurgie 1911, S. 247.)

Physikalisch-metallurgische Untersuchungen über magnesiumhaltige Aluminiumlegierungen; von **Wilm**. Die Untersuchungen haben ergeben, daß schon ein geringer Zusatz von Magnesium das Aluminium durch einen Glühprozeß härtbar macht. Vorgang beim Härteprozeß im Gegensatz zu den kohlenstoffhaltigen Stählen. Letztere behalten beim Abschrecken die ihnen eigentümliche Härte, während die magnesiumhaltigen Aluminiumlegierungen unmittelbar nach dem Abschrecken weich sind, jedoch nach wenigen Stunden eine Steigerung der Härte zeigen, die zunächst sehr erheblich, dann langsamer verläuft. Darstellung der Ergebnisse in Schaulinien. (Metallurgie 1911, S. 226.)

Versuche mit Konstruktionsteilen aus Nickelstahl für die Quebec-Brücke. Die von **Talbot** ausgeführten Versuche umfassen sowohl gewöhnliche Zug- und Druckversuche mit Laschen-Nietverbindungen, als auch solche mit wiederholtem Lastwechsel. Darstellung der Formänderungen. Versuche an Modellen von Druckgliedern. Versuchsergebnisse. (Eng. news 1911, I, S. 526.)

Versuche über die Festigkeit verschiedener Verbindungen zwischen Heizrohren und Rohrwand bei Lokomobilkesseln. Es sind Zerreißversuche mit Proben angestellt, bei denen die Verbindung zwischen dem Rohr und der Wand 1. durch Einwalzen, 2. durch Einwalzen und Umbördeln, 3. durch Einwalzen in Gewinde und 4. durch Einwalzen in Gewinde und Umbördeln hergestellt war. Versuchsergebnisse. Die zuletzt genannte Verbindung verhielt sich am günstigsten. (Z. f. Dampfk.- u. Maschinenb. 1911, S. 319.)

Einfluß von 0,2 % Vanadium auf Stähle mit verschiedenem Kohlenstoffgehalt; von **William** und **Barnes**. Die Untersuchung erstreckte sich auf 7 Proben mit 0,09 bis 1,32 % Kohlenstoffgehalt und 0,16 bis 0,32 % Mangan, die nach verschiedener Wärmebehandlung geprüft wurden. Erhitzungs- und Abkühlungskurven zur Feststellung der kritischen Punkte. Gefügebilder. — Mit Abb. (Engineering 1911, I, S. 652.)

Einfluß des Vanadiums auf die physikalischen Eigenschaften des Gußeisens; von **Hatfield**. Versuche mit von 0 bis 0,65 % steigendem Vanadiumgehalt zeigen, daß das Vanadium das Abscheiden des Kohlenstoffes verhindert, so daß die Stabilität des Karbids erhöht wird. Gefügebilder. — Mit Abb. (Engineering 1911, I, S. 670.)

Untersuchungen an Federmanometern; von **Klein**. Allgemeine Uebersicht über die verschiedenen Arten der Druckmesser, von denen nur die sogenannten Feder- und Plattenmanometer praktische Einführung gefunden haben. Nachteile dieser Instrumente sind aber die elastischen Nachwirkungen der Röhren und Plattenfedern und die Unmöglichkeit, die Beanspruchungen der Federn nachzurechnen. Theoretische Betrachtungen über die Formänderung der Bourdon-Feder. Beziehungen zwischen Formänderungen und Druck. (Z. f. Dampfk. u. Maschinenb. 1911, S. 285, 298.)

Spannungen in Kesselblechen; von **Heyn** und **Bauer**. Theoretische Auseinandersetzungen über die Entstehung bleibender Spannungen in Bauteilen und Nachweis derselben. Erläuterung an einem mit zahlreichen Rissen behafteten Blechstücke aus der Feuerbüchse eines Schiffskessels. Metallographische Untersuchung. Kerbschlagproben. Spannungsmessungen. Schlußergebnis. — Mit Abb. (Stahl u. Eisen 1911, S. 760.)

Untersuchungen von Schweißungen; von **Law**, **Merret** und **Digby**. Es sind Proben nach den folgenden Schweißverfahren hergestellt: 1. elektrische Widerstandsschweißung, 2. Azetylen-Schweißung, 3. Wassergas-Schweißung, 4. Thermit-Schweißung, 5. Schweißung von Flanschen an Dampfröhren im Kokefeuer und im Lichtbogen. Die Untersuchungen des Kleingefüges und Zerreißversuche haben ergeben, daß bei sachgemäßer Herstellung die meisten Verfahren gute Ergebnisse liefern mit Ausnahme der elektrischen Bogenschweißung, die stark oxydierend wirkt. — Mit Abb. (Engineering 1911, I, S. 616.)

Bildung von Rissen in Kesselblechen; von **Bach**. Es wird darauf hingewiesen und an Beispielen gezeigt, daß durch die dem Bleche beim Abklopfen des Kesselsteines zugeführten Hiebe und die hierdurch bedingten Quetschungen des Materials die Rißbildung begünstigt wird. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1911, S. 1296.)

Anfressungserscheinungen an Gußeisenventilen und schmiedeeisernen Röhren bei Heißdampfleitungen; von **Westhoff**. An einer Dampfkesselanlage von 12^{at} Druck, bei der mit Heiß- und Naßdampf gearbeitet wurde, waren die schmiedeeisernen Rohre und gußeisernen Ventile der Heißdampfleitung stark angefressen, während die Naßdampfleitung noch in bester Ordnung war. Diese Erscheinung wird darauf zurückgeführt, daß aus dem mit Soda gereinigten Speisewasser Sodateilchen vom Dampf in größerem Umfang ausgerissen werden, die in der Heißdampfleitung austrocknen und sich festsetzen. Es tritt dann entweder eine Zersetzung der Soda ein, wonach die Kohlensäure das Eisen angreift, oder die Soda wirkt unter diesen Verhältnissen selbst anfressend. (Stahl u. Eisen 1911, S. 1043.)

Anfressung von Metallen; von **Longmuir**. Das Anfressen ist oft weniger eine Folge der chemischen Zusammensetzung des Materials als der chemischen Beschaffenheit der Umgebung. Besonders schädlich wirkt der Schwefelsäuregehalt. Feststellungen des Gehaltes an wasserfreier Schwefelsäure von Leitungs- und Regenwässern, von Rußteilchen der Rauchabzüge und von Luft und Wasser aus Tunneln. Einfluß des Abrostens von Schienen aus Tunneln auf Festigkeit und Dehnung. (Engineering 1911, I, S. 668.)

Einfluß der Oberflächenbeschaffenheit auf das Rosten des Eisens; von **Arndt**. Besprechung älterer Untersuchungen. Versuche des Verfassers mit blankpolierten Segmenten von Guß- und Flußeisenrohren und mit blanken Holzschrauben. Einfluß der Oxydhaut. Vergleichende Versuche mit gewalzten und gegossenen Rohren bei verschiedener Oberflächenbeschaffenheit. Kurventafeln für die Sauerstoffaufnahme. Gefügebilder. — Mit Abb. (Metallurgie 1911, S. 353.)

Kinematographische Untersuchung eines Dampfhammers; von **Fuchs**. Der untersuchte Hammer von **F. Ringhoffer** hat 200^{kg} Fallgewicht und 400^{mm} Hub. Verfahren zur Messung der Schlagarbeit. Ansicht eines Films. Auswertung durch Schaubilder des Dampfdruckes, Kolbenweges, Kraftverlaufes, der Geschwindigkeit usw. Allgemeines über das Versuchsverfahren. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1911, S. 1161.)

Verbindungsmaterialien.

Einfluß der Lagerdauer von angemachtem Zementmörtel auf dessen Erhärtungsfähigkeit; von **Burchartz**. Die Untersuchung erstreckte sich auf 1. chemische und physikalische Eigenschaften, 2. Abbindezeit bei Verwendung verschiedenen Wasserzusatzes, 3. Druckfestigkeit der Mörtelmischung aus 1 Gewtl. Zement und 3 Gewtl. Normensand unter Verwendung verschiedenen

Wasserzusatzes beim Anmachen des Mörtels nach 0, 1, 2, 3, 5, 8, 12 und 24 Stunden langem Lagern des angemachten Mörtels. Die Versuche haben ergeben, daß die Erhärtungsfähigkeit (Festigkeit) des Mörtels durch Lagern ungünstig beeinflußt wird, am stärksten nach der Zeit, bei der der Zement abzubinden beginnt. Der Festigkeitsrückgang des gelagerten Mörtels nimmt mit zunehmender Höhe des Wasserzusatzes ab. (Mitt. aus dem Kgl. Materialprüfungsamt 1911, Heft 3, S. 164.)

Eigenschaften von Portlandzementen und anderen Zementen; von Burchartz. Tabellarische Zusammenstellung der im Betriebsjahre 1909 in der Abteilung für Baumaterialprüfung am Kgl. Materialprüfungsamte ausgeführten Untersuchungen von Portlandzementen und anderen Zementarten, wie Eisenportland-Zementen, Schlacken-Zementen und belgischen Zementen. Die Prüfung erfolgte einheitlich nach den preußischen Normen und umfaßte Raumgewicht, spezifisches Gewicht, Glühverlust, Mahlfeinheit, Abbindezeit, Raumbeständigkeit und Festigkeitseigenschaften. (Mitt. aus dem Kgl. Materialprüfungsamte 1911, Heft 3, S. 130.)

Neue österreichische Bestimmungen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandzement; von Burchartz. Sie lehnen sich an die preußischen Normen an. Abweichungen hiervon und Abänderungen gegen die alten österreichischen Normen. (Beton u. Eisen 1911, S. 220.)

Verschiedenes.

Beiträge zur Frage der mechanischen Prüfung von Weichgummi; von Memmler und Schob. Allgemeines über die zweckmäßigste Art der mechanischen Prüfung. Eigentümlichkeiten der ringförmigen Probe. Versuche mit feststehenden und über die Einspannrollen wandernden Proberingen. Beeinflussung der Festigkeitsergebnisse durch Herausstanzen. Einfluß der Abmessungen des Ringes. Versuchsergebnisse. (Mitt. aus dem Kgl. Materialprüfungsamt 1911, Heft 4, S. 185.)

Normalpapiere 1910; von Herzberg. Zusammenstellung der Eigenschaften der im Kgl. Materialprüfungsamt im Jahre 1910 im Auftrage von Behörden vollständig untersuchten Papiere. (Mitt. aus dem Kgl. Materialprüfungsamt 1911, Heft 4, S. 212.)

Pergamentpapier; von Herzberg. Die mitgeteilten Ergebnisse von 43 Pergamentpapieren zeigen, daß die Festigkeits- und Dehnungswerte innerhalb sehr weiter Grenzen schwanken, die Reißlängen von rund 1000 bis rund 6000 ^{m}, die Dehnungen von rund 2 bis rund 13 $^0/_0$, bei Quadratmetergewichten von rund 30 bis 230 ^{g}. (Mitt. aus dem Kgl. Materialprüfungsamt, Heft 4, S. 247.)

Dauerversuche mit Papieren von verschiedener Stoffzusammensetzung; von Herzberg. Die Prüfung umfaßt 497 Papiere, die nach 15jährigem Lagern wieder geprüft wurden. Die in Zahlentafeln und Schaubildern wiedergegebenen Ergebnisse zeigen einen Rückgang in den Werten für Reißlänge und Dehnung, die Papiere der Stoffklasse I verhielten sich aber etwas günstiger als die der Klassen II und III. Die Lagerdauer von 15 Jahren ist aber noch nicht ausreichend, um über die Ausdauerfähigkeit der Papiere zu endgültigen Schlüssen zu kommen. (Mitt. aus dem Kgl. Materialprüfungsamt 1911, Heft 3, S. 169.)

Zusammendrückbarkeit von Flüssigkeiten bei hohem Druck. Die von Parsons, Cook und Howe angestellten Versuche haben ergeben, daß 2000 ^{ccm} Wasser bei 18^0 C unter einem Drucke von 6600 ^{at} auf etwa 1650 ^{ccm} zusammengedrückt wurden. Aehnlich verhielt sich schweres Zylinderöl, während Acheson-Graphit von 2,23 bis 2,75 Dichte sich unregelmäßiger verhielt. (Engineering 1911, II, S. 101.)

Neue Art der Kohlenuntersuchung; von Strache. Uebersicht über die bisherigen Methoden, nämlich 1. Immediatanalyse, 2. Elementaranalyse, 3. unmittelbare Heizwertbestimmung, 4. Probedestillation in Laboratoriumsapparaten und 5. Probedestillation im Großen in eigenen Versuchsanstalten. Nach dem neuen Verfahren, das in der Versuchsanstalt für Gasbeleuchtung, Brennstoffe und Feuerungsanlagen zu Wien angewendet wird, wird die Ausbeute an Gas und Koke, sowie die Zusammensetzung in kurzer Zeit mit Hilfe eines Gaskalorimeters bestimmt. Ergebnisse der Untersuchung von verschiedenen Kohlensorten. (Z. d. österr. Arch.- u. Ing.-Ver. 1911, S. 369.)

Kohlenuntersuchungen. Zusammenstellung der in der thermotechnischen Prüfungs- und Versuchsanstalt von Dr. Aufhäuser in Hamburg im Jahre 1910 ausgeführten Kohlenuntersuchungen. Untersuchungsergebnisse über: englische Steinkohlen, Anthrazite, Brikette und Koke aus englischen Kohlen, deutsche Steinkohlen, deutsche Braunkohlen, Braunkohlenbrikette und Torf, ferner verschiedene Brennstoffe wie Holz, Vegetabilien und Abfälle, flüssige Brennstoffe und Oelkoke. (Z. f. Dampfk.- und Maschinenbetrieb 1911, S. 268, 277.)

Selbstentzündlichkeit von Braunkohlenbriketten; von Hinrichsen und Taczack. Besprechung bisheriger Versuche und Schlußfolgerungen. Versuchsberichte über die im Kgl. Materialprüfungsamt ausgeführten Untersuchungen von Preßkohlen beim Lagern im Freien und in geschlossenen Räumen. Vergleich dichter Stapelung mit der Stapelung mit Schächten und mit geschütteten Preßkohlen. Ergebnisse der Temperaturmessungen in Zahlentafeln und Schaulinien. Eine Gefahr der Selbstentzündung kann bei Innehaltung der beschriebenen Bedingungen nach den Ergebnissen nicht als bestehend angesehen werden. — Mit Abb. (Mitt. aus dem Kgl. Materialprüfungsamt 1911, Heft 4, S. 220.)

Bücherschau.

Bei der Schriftleitung eingegangene, neu erschienene Bücher:

(In diesem Verzeichnis werden alle bei der Schriftleitung eingehenden Bücher aufgeführt; eine Besprechung einzelner Werke bleibt vorbehalten; eine Rücksendung der eingesandten Bücher findet nicht statt.)

Handbuch der Architektur. Vierter Teil: Entwerfen, Anlage und Einrichtung der Gebäude. 2. Halbband: Gebäude für die Zwecke des Wohnens, des Handels und Verkehrs. 4. Heft. Empfangsgebäude der Bahnhöfe und Bahnsteigüberdachungen (Bahnsteighallen und -dächer). Von Geh. Baurat Dr. phil. u. Dr.-Ing. E. Schmitt, Prof. a. d. Techn. Hochschule i. Darmstadt. 388 S. in 8^0 mit 470 Abb. sowie 4 Taf. Leipzig 1911. Gebhardt. Preis brosch. 18 M., geb. 21 M.

Das Gebäude der Universität in Jena. Architekt: Prof. Dr. Theodor Fischer, München. Von Dr. G. Keyßner. Sonderheft des Profanbau. 66 S. in 4^0 mit 80 Illustr. Leipzig 1911. Preis 4 M.

Die Feuersicherheit in Theatern. Von Dr.-Ing. Dieckmann, Brandmeister der Hamburger Berufsfeuerwehr. 114 S. in 8⁰ mit 7 Textfig. München VII 1911. L. Jung. Preis 3,50 M., geb. 4,50 M.

Städtebauliche Vorträge aus dem Seminar für Städtebau a. d. Kgl. Techn. Hochschule z. Berlin. Herausgegeben von den Leitern des Seminars für Städtebau Stadtbaurat a. D. Joseph Brix und Kgl. Geh. Hofbaurat Felix Genzmer, Professoren a. d. Kgl. Techn. Hochschule z. Berlin. Band IV. Heft 1. Stadtgrundrisse, ein Rückblick auf ihre geschichtliche Entwickelung von Kgl. Geh. Hofbaurat Genzmer. 66 S. in 8⁰ mit 5 Abb. Preis 4,20 M. Heft VI. Ueber Lichtverhältnisse in Großstädten. Von Geh. Regierungsrat Dr. A. Miethe, Prof. a. d. Kgl. Techn. Hochschule zu Berlin. 10 S. in 8⁰ mit 1 Abb. Preis 0,60 M. Heft VII. Bodenparzellierung und Wohnstraßen von Prof. Dr. R. Eberstadt, Dozent a. d. Kgl. Friedrich-Wilhelms-Universität z. Berlin. 15 S. in 8⁰ mit 5 Abb. Preis 1 M. Berlin 1911. W. Ernst & Sohn.

37. Der Unterricht an Baugewerkschulen. Baukonstruktionslehre. Leitfaden für den Unterricht an Baugewerkschulen und verwandten technischen Lehranstalten. Von Otto Frick und Karl Knöll, Oberlehrer a. d. Kgl. Baugewerkschule z. Königsberg i. Pr. Erster Teil. 140 S. in 8⁰ mit 242 Abb. 2. Aufl. Leipzig u. Berlin 1911. Teubner.

Gasthäuser und Hotels. Von Architekt Max Wöhler, B. D. A., in Düsseldorf. Zwei Bändchen. I. Band: Die Bestandteile und die Einrichtung des Gasthauses. 126 S. in 8⁰ mit 70 Fig. II. Band: Die verschiedenen Arten von Gasthäusern. 137 S. in 8⁰ mit 82 Fig. Leipzig 1911. Göschen. Preis geb. je 0,80 M. (Sammlung Göschen Nr. 525/26.)

Vorlesungen über technische Mechanik. Von Dr. Aug. Föppl, Prof. a. d. Techn. Hochschule in München. In 6 Bänden. Erster Band: Einführung in die Mechanik. 4. Aufl. 424 S. in 8⁰ mit 104 Fig. Leipzig u. Berlin 1911. Teubner. Preis geb. 10 M.

Die neue Mechanik. Von Henri Poincaré. Sonderabdruck aus dem XXIII. Jahrgange der illustrierten naturwissenschaftlichen Monatsschrift „Himmel und Erde". 22 S. in 8⁰. Leipzig u. Berlin 1911. Teubner. Preis 0,60 M.

Elastizitätslehre für Ingenieure. I.: Grundlagen und Allgemeines über Spannungszustände, Zylinder, Ebene, Platten, Torsion, gekrümmte Träger. Von Prof. Dr.-Ing. Max Enßlin a. d. Kgl. Baugewerkschule Stuttgart u. Privatdozent a. d. Techn. Hochschule Stuttgart. 140 S. in 8⁰ mit 60 Abb. Leipzig 1911. Göschen. Preis 0,80 M. (Samml. Göschen Nr. 519.)

Statik für Baugewerkschulen und Baugewerksmeister. Von Kgl. Baurat Karl Zillich. Dritter Teil: Größere Konstruktionen. 167 S. in 8⁰ mit 186 Abb. 4. u. 5. neubearbeitete Aufl. Berlin 1911. Ernst & Sohn. Preis geh. 2 M.

Neuere Bauausführungen in Eisenbeton bei der württembergischen Staatseisenbahnverwaltung. Von Kgl. Baurat Jori und Regierungsbaumeister Schaechterle. I. Bogenbrücken. 84 S. in 8⁰ mit 177 Abb. Berlin 1911. Ernst & Sohn. Preis geh. 4,50 M.

Einige neuere Brückenausführungen in Eisenbeton nach Bauweise Melan. Mitgeteilt von Ingenieur Josef Melan, k. k. Hofrat, Prof. d. Brückenbaues a. d. deutschen Techn. Hochschule Prag, und Ingenieur Konrad Kluge, Obering. u. Prokurist d. Betonbau-Unternehmung Pittel & Brausewetter. Brücke Chauderon-Montbenon in Lausanne, Brücken über d. Elbe in Döberney und in Arnau. 2., erweiterte Aufl. 63 S. in 8⁰ mit 39 Abb. Berlin 1911. Ernst & Sohn. Preis geh. 3,60 M.

Der Brückenbau. Nach Vorträgen, gehalten an der deutschen Technischen Hochschule in Prag. Von Dipl.-Ingenieur Joseph Melan, k. k. Hofrat, o. ö. Prof. d. Brückenbaues. II. Band. Steinerne Brücken und Brücken aus Beton-Eisen. 360 S. in 8⁰ mit 269 Abb. Leipzig u. Wien 1911. Deuticke. Preis 14 M.

Lehrbuch der elementaren praktischen Geometrie (Vermessungskunde.) Band I: Feldmessen und Nivellieren des Lehrbuches der Vermessungskunde besonders für Bauingenieure. Von Dr. E. Hammer, Prof. a. d. Kgl. Techn. Hochschule Stuttgart. 766 S. in 8⁰ mit 500 Fig. Leipzig und Berlin 1911. Teubner. Preis geh. 22 M., geb. 24 M.

Der Wegebau. In seinen Grundzügen dargestellt für Studierende und Praktiker. Von Dipl.-Ingenieur Alfred Birk, Eisenbahn-Oberingenieur a. D., o. ö. Prof. a. d. k. k. deutschen Technischen Hochschule in Prag. 3. Teil. Der Tunnelbau. 103 S. in 8⁰ mit 89 Abb. u. 1 Tafel. Leipzig u. Wien 1911. Deuticke. Preis 4 M.

Führer auf den deutschen Schiffahrtsstraßen. Tabellarisches Handbuch in 6 Teilen. 4. Teil: Das Gebiet der Märkischen Wasserstraßen. Bearbeitet im Kgl. preußischen Ministerium d. öffentlichen Arbeiten. 3. Aufl. 228 S. in 8⁰ mit 1 Uebersichtskarte. Berlin 1911. Gea-Verlag.

Pumpen, Druckwasser- und Druckluft-Anlagen. Ein kurzer Ueberblick. Von Dipl.-Ing. Rudolf Vogdt, Regierungsbaumeister a. D. 138 S. in 8⁰ mit 87 Fig. 2. verbesserte Auflage. Leipzig 1911. Göschen. Preis 0,80 M. (Samml. Göschen Nr. 290.)

Neuere Kraftanlagen. Eine technische und wirtschaftliche Studie auf Veranlassung der Jagorstiftung der Stadt Berlin, unter Mitwirkung von Dr.-Ing. Gensecke und Dr.-Ing. Hanszel. Bearbeitet von Prof. E. Josse, Vorsteher d. Maschinenbau-Laboratoriums d. Kgl. Techn. Hochschule zu Berlin. 2., wesentlich vermehrte Aufl. 149 S. in 8⁰ mit 93 Abb. München u. Berlin 1911. Oldenbourg. Preis 5 M.

Physikalisches über Raum und Zeit. Nach einem im naturwissenschaftlich-medizinischen Verein zu Straßburg, am 11. II. 1910 gehaltenen Vortrag von Emil Cohn. Sonderabdruck aus „Himmel und Erde". Leipzig u. Berlin 1911. Teubner. Preis geh. 0,60 M.

Lehrbuch der Mathematik. Für Studierende der Naturwissenschaften und der Technik. Einführung in die Differential- u. Integralrechnung u. in d. analytische Geometrie. Von Dr. Georg Scheffers, Prof. d. darstellenden Geometrie a. d. Techn. Hochschule z. Charlottenburg. 2., verbesserte Auflage. 732 S. in 8⁰ mit 413 Fig. Leipzig 1911 Veit & Comp. Preis 18 M., geb. 19,50 M.

Bodenfrage und Bodenpolitik in ihrer Bedeutung für das Wohnungswesen und die Hygiene der Städte. Eine Untersuchung über die wirtschaftlichen Voraussetzungen der Städtehygiene, für Architekten, Ingenieure, Verwaltungsbeamte, Hygieniker und alle Interessenten der städtischen Wohnungsfrage. Von Prof. Dr. W. Gmünd, Dozent a. d. Techn. Hochschule z. Aachen. 301 S. in 8⁰. Berlin 1911. Springer. Preis 8 M., geb. 9 M.

Die Verwertung von Erfindungen. Von Dr. R. Worms, Patentanwalt in Berlin. 99 S. in 8⁰. Halle a. Saale 1911. Marhold. Preis 2 M.

Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik. Herausgegeben von Karl von Buchka, Berlin; Hermann Stadtler, München-Ingolstadt; Karl Sudhoff, Leipzig. 3. Band. 3. Heft. 77 S. in 8⁰. Leipzig 1911. Vogel. Preis pro Band 20 M.

Abhandlungen und Berichte über technisches Schulwesen. Veranlaßt und herausgegeben vom deutschen Ausschuß für technisches Schulwesen. Band II. Arbeiten auf dem Gebiete des technischen Mittelschulwesens. 159 S. in 8⁰. Leipzig und Berlin 1911. Teubner. Preis 6 M.

Der goldene Schnitt (göttliche Proportion) und seine Beziehung zum menschlichen Körper und anderen Dingen, mit Zugrundelegung des goldenen Zirkels. Von Dr. Adalbert Goeringer. 2. Auflage. Besorgt von Adolf Hoelzel, Prof. a. d. Kgl. Akademie der b. K. Stuttgart. 42 S. in 8° mit 18 Abb. u. 3 Taf. München 1911. Lindauer. Preis 2 M.

Heimatschutz und Landschaftspflege. Von Prof. Dr. Eugen Gradmann, Landeskonservator in Stuttgart. Mit Buchschmuck und zehn Originalzeichnungen von W. Strich-Chapell. Stuttgart, 1910, Strecker & Schröder.

Das kleine Werk ist das Ergebnis langjähriger, bei Reisen und Vorträgen gesammelter Erfahrungen des um die Sache des Denkmalschutzes hochverdienten Verfassers. Mit scharfer Kritik wird die Behandlung der „natürlichen Landschaft", des „Landbaues" und des „Bauwerks" durch unsere moderne Zeit untersucht. Die in der Hauptsache theoretischen Untersuchungen hätten durch Beigabe guter Lichtbilder einen wertvollen, praktischen Hintergrund gewonnen. Statt dieser sind Handzeichnungen in Farbemanier beigefügt, die nicht entfernt den Charakter der Landschaft oder des Gebäudes so wiedergeben, wie ihn Lichtbilder der doch überaus zahlreich vorhandenen ausgeführten Beispiele zum Ausdruck gebracht hätten. Wir möchten da z. B. auf einen Vergleich der Abbildung auf S. 97 „Kunststraße im Gebirge" mit einem Lichtbild der zahlreichen Viadukte der Albula-Bahn hinweisen! Vielleicht bringt die nächste Auflage eine Verbesserung nach dieser Richtung. Die Beigabe eines sehr ausführlichen Literaturnachweises verdient besondere Anerkennung. Den Freunden der Heimatschutz-Bewegung, der Denkmalpflege und des Städtebaues sei das fleißige und verdienstvolle Werk bestens empfohlen! Dr.-Ing. *Meyer.*

Der Steinhauer an der Arbeit. Eine praktische Abhandlung von Albert Burrer, Hofsteinmetzmeister in Maulbronn. Eßlingen, 1911, Paul Neff. Preis geb. 3,50 M.

Das Erscheinen der Abhandlung ist mit Freuden zu begrüßen. Sie bildet einen zeitgemäßen Ersatz der zahlreichen mehr oder minder veralteten und nicht für die Praxis zugeschnittenen Behandlungen des gleichen Themas. Das Buch ist aus der Praxis für die Praxis geschrieben. Die zahlreichen Zeichnungen und Lichtbilder sind modern und gut; besonders wertvoll sind genaue Lohnberechnungen der einzelnen Profilarten unter Beigabe gültiger Tarife. So ist das kleine Werk nicht nur dem Studierenden bzw. Lernenden, sondern auch dem älteren Techniker zum Veranschlagen bestens zu empfehlen. Es wird jedem durch die Sachkenntnis des Verfassers gefallen. Dr.-Ing. *Meyer.*

Das Grabmal des Theodorich zu Ravenna und seine Stellung in der Architekturgeschichte. Von Prof. Bruno Schulz. Mit Titelbild und 34 Textabbildungen. Würzburg, 1911, Curt Kabitzsch. Preis 2,20 M.

Die Veröffentlichung erscheint als 3. Heft der von Prof. Dr. Kossinna herausgegebenen „Darstellungen früh- und vorgeschichtlicher Kultur-, Kunst- und Völkerentwickelung". Die verdienstvolle Abhandlung des auf archäologischem Gebiet durch seine Arbeiten bei den Ausgrabungen in Baalbek besonders bekannten Verfassers bringt neben vollständigen Aufnahmen des jetzigen Bestandes und einer Geschichte des Grabmals eine kritische Untersuchung der bislang von anderer Seite gemachten Wiederherstellungsversuche unter besonderer Berücksichtigung der konstruktiven Seite. Die zahlreichen guten Zeichnungen und Lichtbilder machen die Schrift für den Architekten besonders wertvoll. Dr.-Ing. *Meyer.*

Der Neubau für die chemischen Institute der Kgl. Techn. Hochschule in Hannover. Bearbeitet von F. Ebel, Regierungsbaumeister. Hannover, 1911, Jänecke. Preis 10 M.

Daß über das modernste deutsche chemische Institut eine Monographie erschienen ist, die der Erbauer selbst verfaßt hat, muß mit besonderer Freude begrüßt werden. Jeder Freund echter deutscher Renaissance-Bauweise wird sich erfreuen an dem echten Gesamtbild der Gebäudegruppe und besonders an den architektonischen Einzelheiten und mancher Feinheit in Schmiedearbeit, Holzbearbeitung und Malerei, die nur der genaue Beobachter findet. Das Institut bringt eine Unzahl der kompliziertesten, technischen, modernen Hilfsmittel für unsere studierenden Chemiker und bildet das Vollkommenste, das unsere Zeit bieten kann. Die Veröffentlichung des Verfassers, mit 161 Textfiguren, gibt eine eingehende und klare Beschreibung des Instituts mit allen technischen Einzelheiten und wird von jedem gelesen werden müssen, der sich über die Erbauung eines chemischen Instituts unserer modernen Zeit ein Bild verschaffen will. Daß ein solches Bild in so mustergültiger Beurteilung heute vor uns liegt, ist das Verdienst des Verfassers. Dr.-Ing. *Meyer.*

Germer, Prof. H. Einfluß niederer Temperaturen (Frost) auf die Festigkeit von Mörtel, Mauerwerk und Beton. 2 Bände Text und Tafeln. Berlin 1911. Tonindustrie-Zeitung. Preis geb. 6 M.

Germer, Prof. H. Einfluß höherer Temperaturen auf die Festigkeit von Mörtel, Mauerwerk und Beton. 2 Bände Text und Tafeln. Berlin 1911. Tonindustrie-Zeitung. Preis geb. 6 M.

Der aus seinen Mörtel- und Mauerwerks-Untersuchungen bestens bekannte Verfasser gibt in den beiden Werken über Fragen, die bisher in der Literatur noch wenig erörtert sind, auf Grund ausführlicher Versuche gründliche Auskunft. Bei Prüfung des Verhaltens in tieferen Temperaturen wird nicht nur der Einfluß von Frost auf frisches Mauerwerk oder Beton in bezug auf Binde- und Haftfestigkeit, sondern auch die Verwendung von warmem Wasser und anderen Frostschutzmitteln erörtert. Die Resultate sind in klarem Text und 45 graphischen Tafeln zu einem übersichtlichen Bilde vereinigt. — Das zweite Werk behandelt den Einfluß der höheren Temperaturen, wie sie besonders beim Bau der Schornsteine von Bedeutung werden, und ist gleichfalls in einen Text- und einen Tafelband, letzterer mit graphischen Darstellungen, zerlegt. — Gut geschrieben und gut ausgestattet, dürften die Werke allen Interessenten sehr willkommen sein. *Schl.*

Willi Roerts (Hannover). Stimmungsbilder aus deutschen Hüttenwerken. 27 Künstlerkarten; erste Folge von Roerts' Industriebilder. Hannover 1911.

Daß ein technischer Betrieb, so prosaisch er dem Unkundigen erscheinen mag, sehr wohl Gegenstand künstlerischer Darstellung sein kann, hat uns Menzel in seinem „Eisenwalzwerk" gezeigt, das die Berliner Nationalgalerie zu ihren glänzendsten Schätzen zählt. Allerdings

sind die Lichteffekte des ausfließenden geschmolzenen Stahls und Eisens von großartiger Schönheit, und diese in erster Linie sind es, welche der Verfasser mit außerordentlich feiner Beobachtung ausgewählt hat, um sie in seinen Postkarten festzuhalten, die die Bezeichnung Künstlerkarten durchaus verdienen. Bilder wie: der Hüttenmann, der Dampfhammer, alte Bessemerei, Nachtschicht sind unübertrefflich; ihnen reihen sich landschaftliche Darstellungen, wie: Köhler, Kohlenmeiler, am Erzberg, würdig an. Die Ausführung der Karten steht auf größter Höhe. Man darf auf die zweite Folge dieser Bilder, die ein äußerst feines künstlerisches Empfinden verraten, gespannt sein. *Schl.*

Wuczkowski, R., Chefingenieur. Die Bemessung der Eisenbetonkonstruktionen. Berlin 1911. Ernst & Sohn. Preis geh. 4 M.

Der im Spezialbureau von F. v. Emperger tätige Verfasser hat während seiner langjährigen Praxis im Eisenbetonbau zur Bemessung der Konstruktionen Verfahren ausgearbeitet, welche ausschließlich den Bedürfnissen der Praxis Rechnung tragen und in der vorliegenden Arbeit veröffentlicht werden. Während die theoretische Seite der Sache nur so weit berücksichtigt ist, wie zur Begründung der Ausführungen unumgänglich erforderlich, wird die Anwendung auf praktische Fälle an der Hand zahlreicher Beispiele in den Vordergrund gerückt und das wirtschaftlich Vorteilhafte nicht aus dem Auge verloren. Einige Tabellen geben Resultate und Hilfsmittel für die Berechnung. Das gut ausgestattete Werk dürfte den wohlverdienten Weg leicht finden. *Schl.*

Land- und Gartensiedelungen. Von Willy Lange. Leipzig 1910 bei J. J. Weber. 4. Band von Webers illustrierter Gartenbibliothek.

Das Werk verdankt seinen Ursprung einem Wettbewerb, den der Rittergutsbesitzer August Thyssen jr. in Rüdersdorf-Berlin ausgeschrieben hatte. Die besten Arbeiten dieses Wettbewerbes bilden den Grundstock der vorliegenden Veröffentlichung. Wenn auch der Name des Verlages schon an sich für eine gute Ausstattung bürgt, so verdient die vorzügliche Ausführung des Buchschmucks, der 213 Textabbildungen und der 16 ganzseitigen farbigen Tafeln doch noch besondere Anerkennung. Gleichen Schritt mit der Ausstattung hält die überaus sorgfältige Bearbeitung der einzelnen Abschnitte, die nur dadurch zustande kommen konnte, daß für jeden Abschnitt ein besonderer Bearbeiter gewonnen wurde. Beteiligt sind: Dr. jur. Altenrath, A. Damaschke, Echtermeyer-Dahlem, Engelhard-Jena, Dr. Hoffmeister-Königsberg i. Pr., Kanig-Neu-Finkenkrug, Walter Schweß-Berlin, Robert Mielke-Charlottenburg, Willy Pastor-Berlin, H. v. Salisch, Schwindrazheim, Siebold-Bethel, Prof. Sohnrey, Regierungsbaumeister Stahn, Dr. Stieger, Dr.-Ing. Stübben, Ministerialdirektor Thiel. Ein besonderer Vorzug des Werkes besteht darin, daß nicht nur eine sorgsame Uebersicht über das geschichtliche Material unter Abbildung guter alter Beispiele gebracht ist, sondern daß auch moderne Bauentwürfe aller Art für das Land gebracht werden, die durch ihren künstlerischen Wert der praktischen Ausführung auch wert sind. Wir möchten nur empfehlen, Fachwerk lediglich dann zu verwenden, wenn die Mittel für genügende Holzstärken vorhanden sind. Eckstiele unter 18 und Ständer und Riegel unter 16 cm wirken unharmonisch! Besonderes Lob verdienen die reichhaltigen Literaturangaben. Das Werk gehört in die Handbibliothek jedes Freundes der Heimatsschutzbewegung und des modernen Städtebaues. Der Preis von 10 M. ist gering im Verhältnis zur Fülle des Gebotenen. Möge ein voller Erfolg die reiche Arbeit krönen. Dr.-Ing. *Meyer.*

„Die patentfähige Erfindung und das Erfinderrecht." W. Dunkhase, Geh. Regierungsrat im Patentamte. Leipzig, B. J. Göschen. Preis 2,80 M.

Der Verfasser bespricht im ersten Abschnitt, was unter einer patentfähigen Erfindung verstanden wird. Grundgesetze der Natur werden entdeckt und sind daher nicht patentfähig; eine Erfindung aber ist im wesentlichen die Lösung einer gewerblich-technischen Aufgabe, welche mit der Phantasie gewonnen wird und im Gewerbe angewandt werden kann; sie erstreckt sich auf einen körperlichen Gegenstand oder ein Verfahren und muß gesetzlich neu sein, das heißt, weder während der letzten hundert Jahre in Druckschriften veröffentlicht worden, noch offenkundig im Inlande im Gebrauch gewesen sein; Geschmackmuster sind daher auch nicht patentfähig.

Der zweite Abschnitt behandelt das Erfinderrecht und seine Geltendmachung. Der Verfasser führt überzeugend das gesamte Patentrecht auf einen Grundgedanken zurück, nämlich: das Patent beruht seiner rechtlichen Natur nach auf einem vertragsmäßigen Verhältnisse zwischen Staat und Patentinhaber; letzterer gibt seine Erfindung allen preis und erhält dafür den Schutz seines ausschließlichen Benutzungsrechtes durch den Staat auf bestimmte Zeit. Daraus erhellt ohne weiteres, daß dem ersten Anmelder ein Patent erteilt wird, wenn seine Erfindung neu und gewerbefördernd ist. Aber auch der unberechtigte Erstanmelder erhält das Patent, weil er der Allgemeinheit einen Dienst mit der Erfindung leistet und weil das Patentamt nicht die Urheberschaft prüft. Der berechtigte Erfinder kann aber Einspruch gegen die Patenterteilung oder später die Nichtigkeitsklage erheben.

Ausführlich bespricht der Verfasser das Unionsprioritätsrecht; er baut seine Darlegungen auf demselben vorher genannten Grundgedanken auf. Die meisten Kulturstaaten sind zu einem Unionsvertrage betreffend Schutz von Erfindungen zusammengetreten; diesem zufolge genießt der Erfinder, welcher in dem einen Staate zuerst anmeldet, die Priorität vor anderen Anmeldungen in den anderen Staaten auf ein Jahr, sofern er seine Erfindung in anderen Staaten auch zum Patent anmeldet.

Entgegen den zahlreichen Abänderungsvorschlägen zeigt sich der Verfasser als eifriger Verteidiger des bestehenden Patentrechtes, das er nur durch ein wirklich besseres Gesetz ersetzt zu sehen wünscht; jedoch hält er eine Besserstellung Angestellter, welche im Dienste ihres Geschäftsherrn Erfindungen machen, für wünschenswert, eine Ansicht, die von sehr vielen Architekten und Ingenieuren geteilt wird.

Als Anhang folgen das Patentgesetz, ein Teil des Unionsvertrages, das Gesetz gegen den unlauteren Wettbewerb und das Gesetz betreffend Schutz von Erfindungen auf Ausstellungen.

Das Werkchen kann mit Rücksicht auf seine klaren Ausführungen und auf seine auch dem Rechtsunkundigen verständliche Ausdrucksweise allen Fachgenossen und besonders denjenigen, welche sich zum Schutze ihrer Erfindungen über die bestehenden Rechtszustände Auskunft holen wollen, wärmstens empfohlen werden.

Dipl.-Ing. Dr. Wagner.

Ergang, Dr. C.: Untersuchungen zum Maschinenproblem in der Volkswirtschaft. Karlsruhe 1911, G. Braun. Preis 3,60 M.

Das Werk zeigt in treffender Weise, wie weitgehend maschinelle Verrichtungen während der beiden letzten

Jahrhunderte die Volkswirtschaft in den Kulturländern beeinflußt haben. Der Verfasser bespricht zunächst die Ansichten hervorragender Staatsmänner und Nationalökonomen über das Maschinenproblem: die ersten Merkantilisten waren der Entwickelung arbeitsparender Maschinen mit Rücksicht auf die Erhaltung einer starken Bevölkerung abhold; die starke Zunahme des Exports stimmte jedoch die späteren Merkantilisten der Maschinenfrage gegenüber günstig. Die Physiokraten schätzten die Industrie gering und schenkten daher der Maschinenfrage nur wenig Beachtung, ohne dabei maschinenfeindlich zu sein. Die klassische Schule verurteilt staatliche Beschränkungen im Gewerbewesen und befürwortet die Einführung von Maschinen mit Rücksicht auf die dadurch geförderte Produktion. Das Verantwortlichkeitsgefühl gegenüber der arbeitenden Klasse erstarkte aber erst, als die Schäden der Großindustrie offenkundig wurden. In unserer Zeit steht außer allgemein sozialen Fragen besonders die Schulung der Arbeiter im Vordergrunde.

Der Verfasser ist der Ansicht — und darin kann man ihm durchaus recht geben —, daß der Arbeiter in den Großbetrieben unserer Zeit eine sicherere und gleichmäßigere Arbeitsgelegenheit findet als in den früheren Kleinbetrieben; der Lohn wird günstig beeinflußt bei dem steigenden Bedürfnis nach arbeitenden Händen. Allerdings werden manche Beschäftigungsarten ausgeschaltet und durch das mechanische Arbeitsmittel ersetzt; meistens wird aber nicht der gelernte Arbeiter, sondern der Handlanger überflüssig, auf Umwegen also eine berufliche Hebung der Arbeiterschaft erzielt. Nachteilig ist auch für die männlichen Arbeiter, daß vielfach die Wartung einer Maschine Frauen anvertraut wird; es werden aber auch viele komplizierte Maschinen aufgestellt, die nur von gut geschulten männlichen Arbeitern bedient werden können. Es ergibt sich daher, daß auch der Arbeitnehmer vorwiegend Nutzen von der Maschine hat; zu fordern ist aber für ihn eine gründliche sachliche Schulung, damit er komplizierte Maschinen warten kann, und eine weitere Förderung der Volksbildungsbestrebungen als Gegengewicht gegen seine mechanische Tätigkeit an der Maschine.

In der Abhandlung ist mit großem Fleiß sehr viel Material zusammengetragen und geschickt verarbeitet, so daß der Leser rasch einen guten Ueberblick gewinnt. Den vielen Ingenieuren, welche sich eifrig mit wirtschaftlichen Studien beschäftigen, dürfte das Werk sehr erwünscht sein und kann auch aus diesem Grunde wärmstens empfohlen werden. *Dipl.-Ing. Dr. Wagner.*

Alphabetische Inhaltsangabe.

Band LVII. — Jahrgang 1911.

Sach- und Namen-Verzeichnis.

Die Original-Beiträge sind durch ein vorgesetztes * gekennzeichnet.

A.

T.

Z.

Druck von Gebrüder Jänecke, Hannover

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben

von dem

Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.

Schriftleiter: Geheimer Baurat Professor **W. Schleyer** in Hannover.

Jahrgang 1911. Heft 6.

(Band LVII; Band XVI der neuen Folge.)

Erscheint jährlich in sechs Heften.

Jahrespreis 22 Mark 60 Pfg.

Der Verkaufspreis der Zeitschrift beträgt im Buchhandel 22.60 Mark, für Mitglieder des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine 14.00 Mark, für Studierende der Technischen Hochschulen 9.60 Mark.

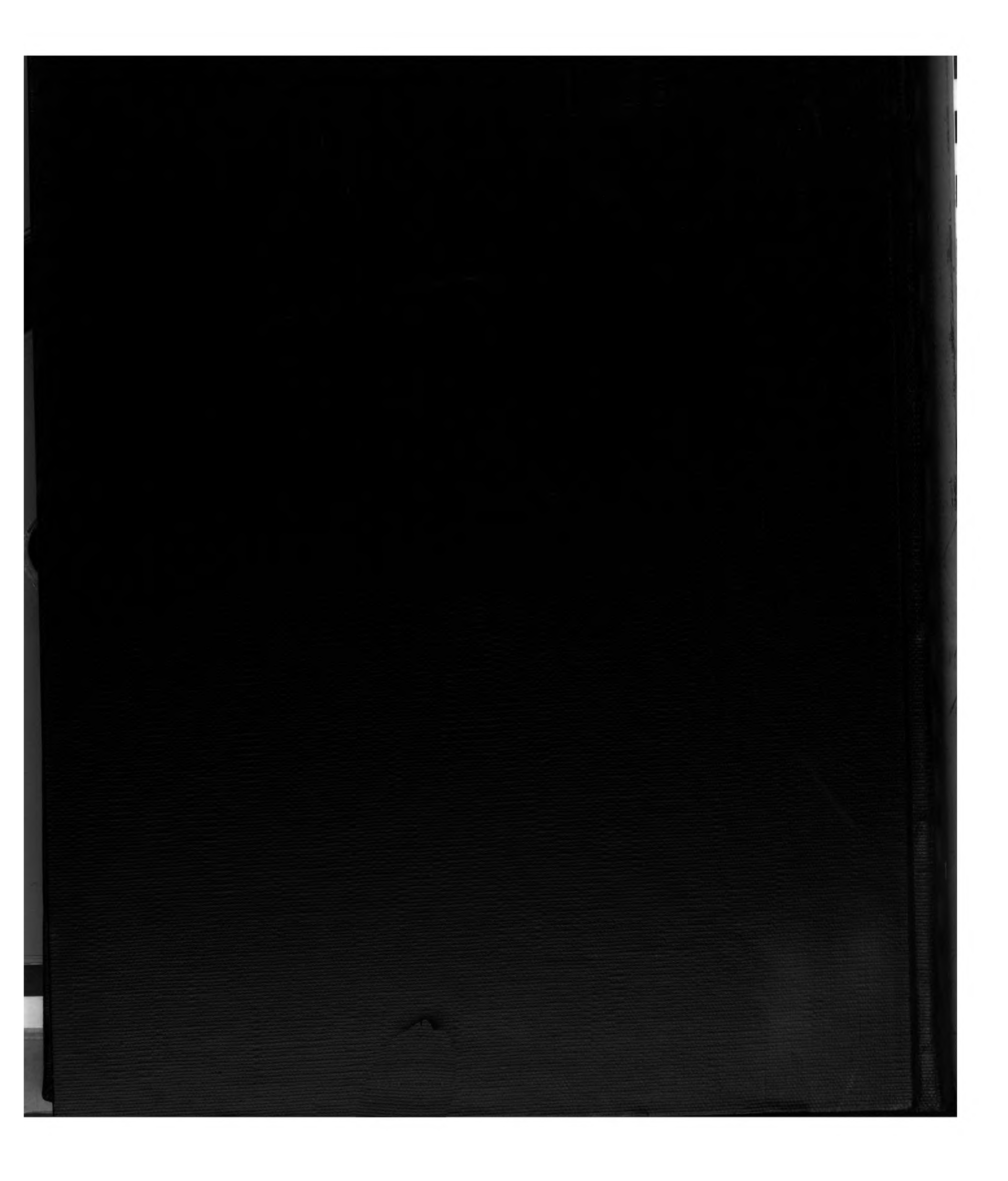
Inhalt:

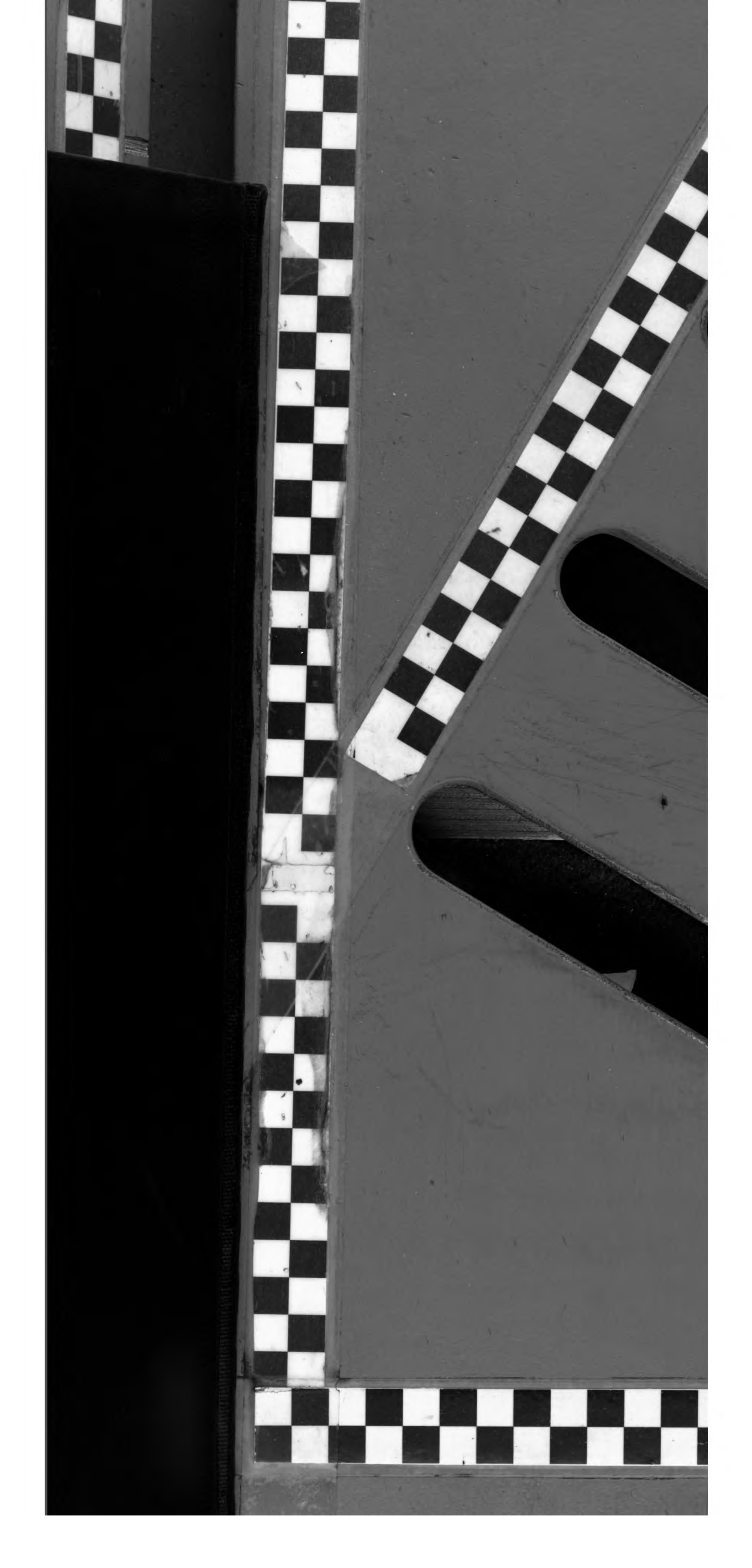
Wiesbaden.
C. W. Kreidel's Verlag.
1911.

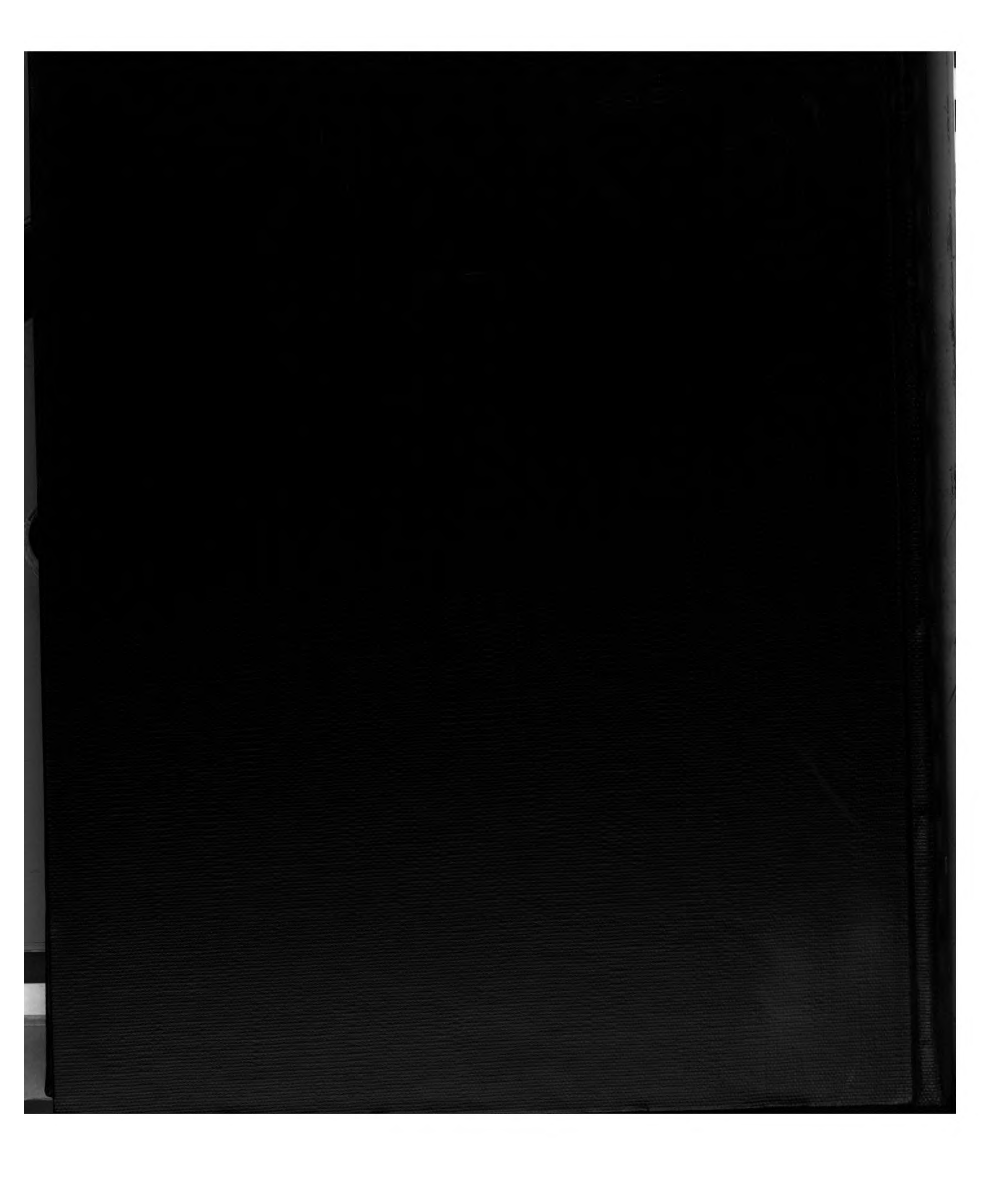


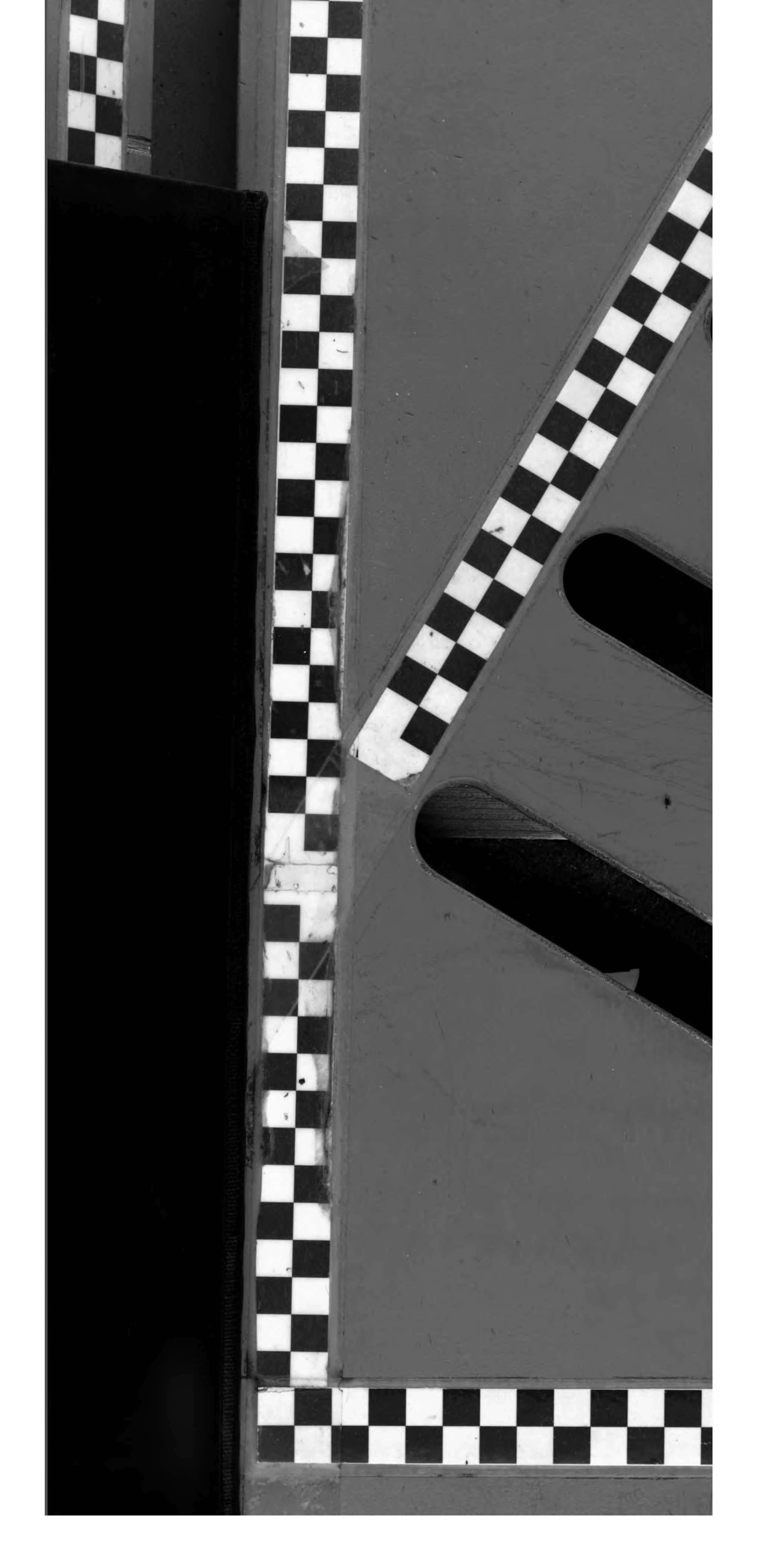


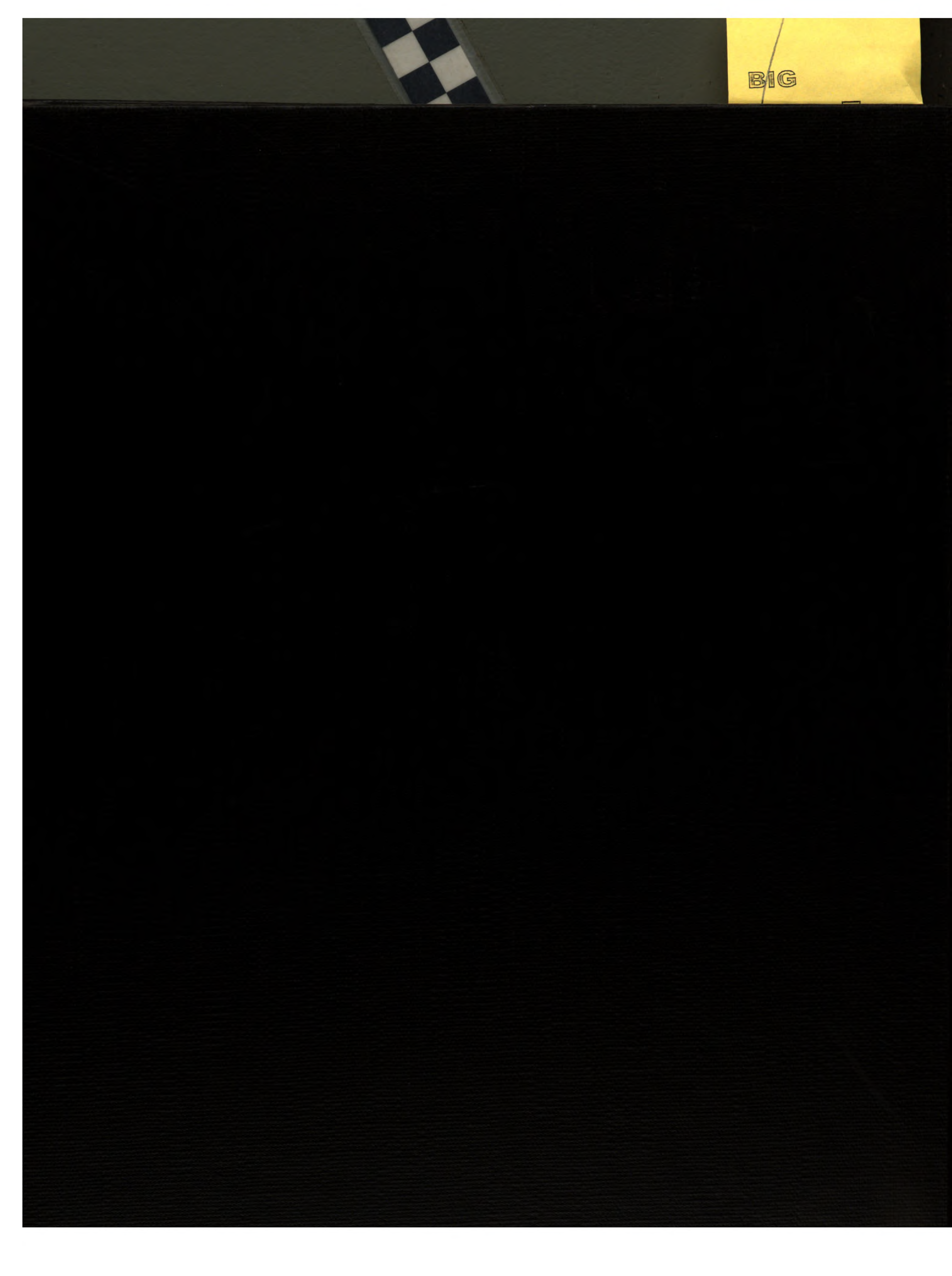

The KALMBACHER
BOOKBINDING CO.
CERTIFIED
LIBRARY BINDERY
TOLED










BIG